Physikalische Zeitschrift

Begründet von E. Riecke und H. Th. Simon

Herausgeber:
Professor Dr. **M. Born** und
Professor Dr. **P. Debye**

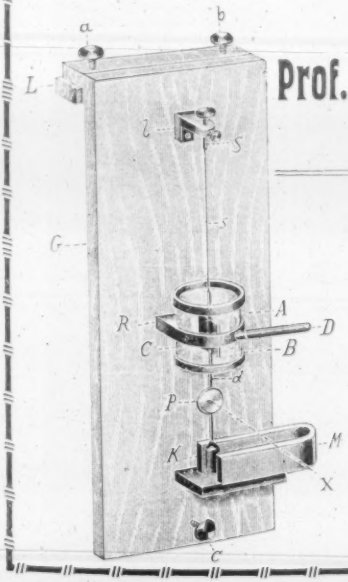
Schriftleiter:
Dr. **Erich Hückel** in Göttingen

Die Physikalische Zeitschrift erscheint monatlich zweimal im Umfange von zwei bis vier Bogen zum Preise von jährlich 250 Mark, bei unmittelbarer Zustellung unter Kreuzband 330 Mark, im Ausland je nach dem Valutastande. Bestellungen nehmen jede Buchhandlung, die Post sowie die Verlagsbuchhandlung entgegen. Anzeigen werden für die einmal gespaltene Petitzeile mit 4 — Mk., Beilagen nach Vereinbarung berechnet; bei Wiederholungen tritt Ermäßigung ein.

Alle Manuskriptsendungen und darauf bezügliche Zuschriften sind zu richten entweder an die Herausgeber: Professor Dr. M. Born, Göttingen, Planckstraße 21, und Professor Dr. P. Debye, Zürich, Physikgebäude, Gloriastr. 35 oder an die Schriftleitung: Dr. Erich Hückel, Göttingen, Bunsenstraße 9, Physikalisches Institut der Universität. Alle Büchersendungen und Anzeigenaufträge an den

Verlag von **S. Hirzel** in Leipzig, Königstraße 2.

No. 9. 1. Mai 1922 No. 613 23. Jahrgang.



Phys.-mech. Institut von

Prof. Dr. M. Th. Edelmann & Sohn,

München.

Luftdruck-Mikrometer.

Empfindlichkeit 10^{-8} Atm.

Katalog 30 erschienen und ebenso wie Spezialliste No. 29 über Saitengalvanometer und Registrierapparate, Spezialliste No. 31 über einfache Präzisionsschulapparate gratis und franko.

Mit einer Beilage von S. Hirzel in Leipzig, betreffend:
Planck, Einführung in die Theorie der Elektrizität und des Magnetismus.

Inhaltsverzeichnis:

(B. = Besprechungen.)

	Seite
Bollert, K., Einsteins Relativitätstheorie und ihre Stellung im System der Gesamterfahrung. (B.)	200
Brody, E., Zur Theorie der spezifischen Wärmen in der Nähe eines Umwandlungspunktes	197
Budde, E., Mathematische Theorie der Gehörsempfindung. (B.)	200
— Mathematisches zur Phonetik (Klanganalyse). (B.)	201
Büschellichtschlieren: Über —, v. F. Trey	193
Denken und Darstellung, Logik und Werte, Dingliches und Menschliches in Mathematik und Naturwissenschaften, v. E. Study. (B.)	201
Differentialgleichungen, v. M. Lindow. (B.)	201
Einsteins Relativitätstheorie und ihre Stellung im System der Gesamterfahrung, v. K. Bollert. (B.)	200
Elektromotoren: Die —, v. F. Niethammer. (B.)	202
Funkentelegraphie für Flugzeuge, v. E. Niemann. (B.)	202
Gehörsempfindung: Mathematische Theorie der —, v. E. Budde (B.)	200
v. Horvath, Raum und Zeit im Lichte der speziellen Relativitätstheorie. (B.)	202
John, E. St., Bemerkung zur Rotverschiebung	197
Lindow, M., Differentialgleichungen. (B.)	201
Linker, A., Elektrotechnische Meßkunde. (B.)	201
Mechanik: Aufgaben aus der technischen — für den Schul- und Selbstunterricht, v. N. Schmitt. (B.)	202
Meßkunde, Elektrotechnische —, v. A. Linker. (B.)	201
Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf. (B.)	199
Moeller, M., Das Ozon, eine physikalisch-chemische Einzeldarstellung. (B.)	201
Niemann, E., Funkentelegraphie für Flugzeuge. (B.)	202
Niethammer, F., Die Elektromotoren. (B.)	202
Ozon: Das —, eine physikalisch-chemische Einzeldarstellung, v. M. Moeller. (B.)	201
Phonetik: Mathematisches zur — (Klanganalyse), v. E. Budde. (B.)	201
Raum und Zeit im Lichte der speziellen Relativitätstheorie, v. v. Horvath. (B.	202
Relativitätstheorie: Raum und Zeit im Lichte der speziellen —, v. v. Horvath. (B.)	202
Rotverschiebung: Bemerkungen zur —, v. E. St. John	197
Schmitt, N., Aufgaben aus der technischen Mechanik für den Schul- und Selbstunterricht. (B.)	202
Study, E., Denken und Darstellung, Logik und Werte, Dingliches und Menschliches in Mathematik und Naturwissenschaften. (B.)	201
Trey, F., Über Büschellichtschlieren	193
Umwandlungspunkt: Zur Theorie der spezifischen Wärmen in der Nähe eines —, v. E. Brody	197
Vorlesungsverzeichnis für das Sommersemester 1922	202
Wärmen: Zur Theorie der spezifischen — in der Nähe eines Umwandlungspunktes, v. E. Brody	197

PHYSIKER

praktisch veranlagt, mit besonderen Kenntnissen auf dem Gebiete der **Elektrizitätslehre** für unsere Patentabteilung gesucht.

Schriftl. Angebote mit Zeugnisabschriften, Lebenslauf, Lichtbild und Gehaltsansprüchen erbeten unter dem Kennwort **„Physiker"** an die Angestellten-Vermittlungsstelle bei den Direktionen der

SIEMENSFIRMEN

Verwaltungsgebäude SIEMENSSTADT bei BERLIN

Mehrere Physiker

teils für Leitung großer Fabrikabteilungen, teils für wissenschaftliche Tätigkeit von einem Werke in Berlin gesucht.

Offerten mit Angaben über Lebenslauf, Studiengang, bisherige Tätigkeit und Eintrittstermin unter **S. H. 597** an den Verlag der Physikalischen Zeitschrift (S. Hirzel) in Leipzig, Königstraße 2 erbeten.

Physiker,

gewandt in Messungen, mit **wirtschaftlich-technischer** Neigung, gesucht für **wissenschaftliche**

Betriebsversuche

an land- und milchwirtschaftlichen **Maschinen.** Gelegenheit zum Eindringen in die leitenden Grundsätze der Maschinenprüfung, zu geschlossener Arbeit und zum Kennenlernen der einschlägigen Maschinen.

Prof. Dr. Martiny, Landmaschineninstitut der Universität Halle (Saale), Wilhelmstr. 25.

PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 9. 1. Mai 1922. 23. Jahrgang.

Redaktionsschluß für No. 11 am 10. Mai 1922.

INHALT.

Originalmitteilungen:

F. Trey, Über Büschellichtschlieren. S. 193.

E. St. John, Bemerkung zur Rotverschiebung. S. 197.

E. Brody, Zur Theorie der spezifischen Wärmen in der Nähe eines Umwandlungspunktes. S. 197.

Besprechungen:

Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf. S. 199.

K. Bollert, Einsteins Relativitätstheorie und ihre Stellung im System der Gesamterfahrung. S. 200.

E. Budde, Mathematische Theorie der Gehörsempfindung. S. 200.

E. Budde, Mathematisches zur Phonetik (Klanganalyse). S. 201.

M. Lindow, Differentialgleichungen. S. 201.

M. Moeller, Das Ozon, eine physikalisch-chemische Einzeldarstellung. S. 201.

A. Linker, Elektrotechnische Meßkunde. S. 201.

E. Study, Denken und Darstellung, Logik und Werte, Dingliches und Menschliches in Mathematik und Naturwissenschaften. S. 201.

v. Horvath, Raum und Zeit im Lichte der speziellen Relativitätstheorie. S. 202.

F. Niethammer, Die Elektromotoren. S. 202.

N. Schmitt, Aufgaben aus der technischen Mechanik für den Schul- und Selbstunterricht. S. 202.

E. Niemann, Funkentelegraphie für Flugzeuge. S. 202.

Vorlesungsverzeichnis f. das Sommersemester 1922. S. 202.

Personalien. S. 208.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über Büschellichtschlieren.

Von F. Trey.

(Mit Tafel VIII.)

Die Untersuchungen über die Entstehung elektrischer Funken und Blitze haben übereinstimmend zu dem Resultat geführt, daß den Entladungen ein geringer Strom durch das Gas unmittelbar vorausgeht. M. Toepler, der sich mit der Erforschung dieser Fragen in hervorragender Weise befaßt hat, kommt auch zu der Schlußfolgerung[1]), daß eine zwanglose Erklärung des Wesens der Vorausbestimmung der Blitzbahn nur in den Vorprozessen zu finden ist. Lichtloses Fließen der Elektrizität, Glimmentladung, Büschelentladung und Büschellichtbogen sind die Hauptformen dieser Prozesse, und zwar kann es bei jedem Übergang einer Entladungsform in die andere zu Funkenbildung kommen. Jedoch ist in dieser Hinsicht die Grenzspannung der Büschelentladung beim Übergang in den Büschellichtbogen besonders ausgezeichnet, so daß die Funkenspannung bei längeren Funken mit dieser Grenzspannung identisch ist. Von diesen Vorprozessen schreibt Toepler: „Die eingehenderen Untersuchungen der Gestalt und des Wachsens räumlicher Büschel und von Blitzen ist leider ganz wesentlich erschwert". „Bei unseren Raumbüscheln im Laboratorium versagt die Photographie für kurzdauernde Büschel völlig, für Dauerbüschel (wie Elmsfeuer) gibt sie nur eine gleichmäßige Schwärzung als Summenwirkung der Lichtfäden". Hier soll die vorliegende Arbeit eingreifen, indem sie die Büschelentladung einer Untersuchung zugänglich macht. Ist deren Lichtwirkung auch gering, so hat sich doch die Wärmeentwicklung an den von der Glimm- oder Büschelentladung betroffenen Stellen als ausreichend erwiesen, um daselbst eine Schliere zu bilden, die mit Hilfe des Schlierenapparates beobachtet und auch photographiert werden konnte. Dieses wird verständlich, wenn man berücksichtigt, daß bei den meisten mit Lichtausstrahlung verbundenen Vorgängen nur ein verschwindend kleiner Teil der Energie in Licht umgesetzt wird. Es war daher auch anzunehmen, daß bei den Büscheln die entwickelte Wärmemenge, trotz ihrer bei den gewöhnlichen Laboratoriumsbedingungen geringen Leuchtkraft, einen nennenswerten Betrag erreichen kann. Überschlagsrechnungen führten zu dem Resultat, daß mit einer mittleren Temperatur von etwa 80° in den Schlieren gerechnet werden konnte. Beim Schlierenapparat hat man es in der Hand, durch Steigerung der Intensität des Illuminatorfunkens eine entsprechend starke Beleuchtung der Schlieren zu erzwingen. So ist es denn auch gelungen, wie die Aufnahmen (Fig. 1—3) zeigen, diese Schlieren nicht nur zu beobachten, sondern auch zu photographieren. Angaben über den Schlierenapparat, mit dem diese Aufnahmen erhalten wurden, sind bei der Veröffentlichung der ersten vom Verfasser photographierten Büschellichtschliere gemacht worden[1]). Der auf allen Bildern sichtbare Kreis entspricht einer Linse von 11 cm Durchmesser, woraus die Größenverhältnisse sich leicht ergeben.

Fig. 1 und 2 geben Schlieren je einer Glimm- und Büschelentladung wieder. Die Klassifizierung bezieht sich im vorliegenden Aufsatz, wenn es nicht ausdrücklich gesagt ist, immer auf die Schlieren an der positiven (rechten)

1) M. Toepler, Meteor. Zeitschr. **34**, 234, 1917.

1) F. Trey, diese Zeitschr. **22**, 406, 1921.

Elektrode. Die Leuchterscheinungen an der negativen Elektrode sind ja, wie bekannt, viel schwächer, und dementsprechend weisen die Aufnahmen dort auch nur sehr schwache und verschwommene Schlieren auf, die durchweg als Glimmlichtschlieren bezeichnet werden können. Die Schlieren an der positiven Elektrode dagegen weisen große Unterschiede untereinander auf, besonders, wenn man bei direkter Beobachtung mit dem Fernrohr mehr Einzelheiten unterscheiden kann. Andrerseits hat die direkte Beobachtung aber den Nachteil, daß man das überaus kurze Momentbild nur schwer in allen Einzelheiten im Gedächtnis behalten kann, wobei noch die schnelle Aufeinanderfolge der Eindrücke ein gegenseitiges Verwischen derselben zur Folge hat. Die positive Glimmlichtschliere hat bei intensiverer Ausbildung stets die Form einer stilisierten Palme. Es scheint sich hierbei um den Übergang vom Glimmlicht zum Büschellicht zu handeln, doch sollen fürs erste daraus weiter keine Schlußfolgerungen gezogen werden. Das Bild (Fig. 3) zeigt eine sehr intensive Büschellichtschliere, die als Übergang einer gewöhnlichen Büschelentladung, die aus mehreren Fäden besteht, zu einer einstieligen Büschelentladung, bei der sich der Vorgang in einem Entladungskanal konzentriert, betrachtet werden muß. Dieser Vorgang, der wohl die meisten, wenn nicht alle, größeren Funken einleitet, kann deswegen eine besondere Beachtung beanspruchen. Fig. 3 zeigt dieselbe Funkenstrecke zwischen zwei spitzen Elektroden: links —, rechts +. Die Entfernung zwischen den Spitzen betrug 4,9 cm, die Spannung, gemessen an einer parallel geschalteten Funkenstrecke (Meßfunke) zwischen Kugeln von 2 cm Durchmesser, war in diesem Falle 40,000 Volt. Die Kapazität der Leydener Flaschen betrug 1200 cm. Die Stromstärke war im Mittel zu $6 \cdot 10^{-7}$ Amp. bestimmt worden. Die Spitzen waren allmählich einander so weit genähert worden, daß gerade noch keine Funken übergingen. Traten trotzdem gelegentlich Funken auf, so wurde das Induktorium sofort unterbrochen, damit die scharfen Enden der Spitzen sich nicht zu schnell abnutzen. Das Induktorium war auf langsamen Gang, etwa 5—6 Unterbrechungen in der Sekunde, eingestellt. Die Aufnahmen erfolgten auf einer mit der Hand in horizontaler Richtung bewegten Platte. Daher war es auch nicht zu vermeiden, daß bisweilen, wie in diesem Fall, sich zwei Bilder zum Teil überdeckten. Da aber die Erscheinung eine sehr seltene ist und es dazu noch gänzlich vom Zufall abhängt, ob man sie auf die Platte bekommt, die Schliere an der positiven Seite sehr deutlich und zwar besser, als auf allen anderen Aufnahmen zu sehen ist, soll dieser Aufnahme der Vorzug gegeben werden. Die Wiederholung der positiven Elektrode auf der linken Seite hat man sich also wegzudenken. Dann bemerkt man, daß auch an der negativen Spitze eine kleine aus zwei Teilen bestehende Schliere zu sehen ist, die auf eine geschichtete Entladung hindeutet. Zwischen der positiven und negativen Schliere ist aber ein schlierenfreier Raum, und nur diesem zufälligen Umstande war es zu verdanken, daß die Schlieren photographiert werden konnten. Hätte sich der „Bogen" geschlossen, so wäre eine oszillierende Entladung der gesamten in den Leydener Flaschen aufgespeicherten Elektrizitätsmenge erfolgt, und diese bei weitem intensivere Erscheinung (Funke) hätte den Vorprozeß vollständig überdeckt. Fig. 4 und 5 zeigen, wie es zwischen den Elektroden unmittelbar nach solch einem Funken aussieht. Man erkennt auf den Bildern einen oder mehrere Reflexe des Funkens in der Linse, ein Zeichen für die Intensität der Leuchterscheinung. Außerdem sieht man auf Fig. 4 auch die durch den Funken hervorgerufenen Schallwellen.

Um die Zeitdifferenz zwischen der Büschel- bzw. Funkenbildung und der Momentaufnahme zu bestimmen, können die Schallwellen benutzt werden. Die beiden Schallwellen auf Fig. 4 sind 2,6 bzw. 2,7 cm von den entsprechenden Teilen des Funkens entfernt, somit ist diese Schlierenaufnahme annähernd $8 \cdot 10^{-5}$ Sek. nach der Funkenentladung erfolgt. Auch die Größenordnung der Zeitdifferenz zwischen den beiden Teilvorgängen der Entladung auf dem oberen und der auf dem unteren Weg, kann zu $3 \cdot 10^{-6}$ angegeben werden. Ein knallender Initialfunken hat sich zuerst nur an der Stelle des positiven Vorprozesses, bis zu 2,9 cm (auf der Aufnahme 1,7 cm) von der positiven Elektrode entfernt, gebildet. Diese Entfernung ergibt sich übereinstimmend aus beiden Schallwellen[1]). Somit wird der Vorprozeß ein ähnlicher gewesen sein, wie der Büschel auf Fig. 3. Diese Aufnahme mit zwei Schallwellen ermöglicht unter anderem auch die Variationen des Entladungsweges eines Funkens festzustellen, die Walter[2]) durch seine Aufnahmen für Blitze gefunden

1) Die Entstehung zweier Knallwellen von zwei getrennten Teilen einer und derselben Funkenentladung könnte durch verschiedene Überschallgeschwindigkeit oder auch auf folgende Art erklärt werden: die nicht ionisierte Schicht verhält sich wie eine Halbleiterplatte, zu deren beiden Seiten verschiedene Entladungsformen gleichzeitig bestehen können, rechts ein knallender Funke, links ein Lichtbogen. Bei der zweiten Oszillation geht dann der Lichtbogen auch in einen Funken über (II. Schallwelle). Vgl. auch Toepler, Ann. d. Phys. **63**, 110, 1897 und Abh. Isis Dresden, 1898, Heft 1, S. 12. Daselbst finden sich auch Schlierenbildungen erwähnt.

2) B. Walter, diese Zeitschr. **19**, 273, 1918.

hat, ersieht man doch aus der Lage der Schallwellen, daß die nähere Welle dem unteren, die weitere dem oberen Entladungswege entspricht.

Die oben erwähnte Zeitdifferenz von $8 \cdot 10^{-5}$ Sek. muß für die Büschelaufnahmen als untere Grenze angesehen werden, da die Büschelentladungen ja früher als die Funkenbildung erfolgen. Um nun das Zeitintervall für Glimm- und Büschelaufnahmen genauer zu bestimmen, wurde der Meßfunke benutzt. Fig. 6 zeigt außer der Schliere noch eine vom Meßfunken herrührende Schallwelle. Der Meßfunke war 31 cm von der optischen Achse des Systems entfernt. Da die Schallwelle fast bis zur Mitte der Linse geht, berechnet sich das Zeitintervall zu $0{,}9 \cdot 10^{-3}$ Sek. Diese Angabe kann als ein mittlerer Wert für die meisten Schlierenaufnahmen betrachtet werden. Es hat sich nun noch als möglich erwiesen, einen Höchstwert (obere Grenze) für das Zeitintervall schätzungsweise zu finden: es gelang nämlich das allmähliche Verschwinden einer Schliere zu photographieren. Wenn am Illuminatorfunken ein kleiner Nebenfunken das Nachfließen der Ladung der Kondensatoren verzögerte, erschien der Illuminatorfunke in mehrere, etwa 2—6 Funken zerlegt, die im Mittel $2 \cdot 10^{-3}$ Sek. nacheinander erfolgten. Man sieht daher auf der Platte, Fig. 7, nicht eine, sondern mehrere Aufnahmen ein und derselben Schliere. Da die Platte in diesem Fall vertikal bewegt wurde, erscheinen die Aufnahmen eine über der andern. Aus dem Abstand der Wiederholungen der Elektroden voneinander ergibt sich das Zeitintervall. Es erwies sich nun, daß die meisten Schlieren in $5 \cdot 10^{-3}$ Sek. so weit an Intensität abgenommen hatten, daß sie kaum noch zu sehen waren. Jedenfalls kann man für diese Schlierenaufnahmen 10^{-2} Sek. als Höchstwert des gesuchten Zeitintervalls annehmen.

Um die Beziehung zwischen intensiven Büschelentladungen, wie sie Fig. 3 aufweist, und Funkenentladungen klarzulegen, ist nachfolgende Beobachtungsreihe gemacht worden, bei der die Spannung mit Hilfe des parallel geschalteten Meßfunkens verändert wurde.

Man ersieht deutlich den gleichzeitig bei derselben Spannung einsetzenden Beginn der intensiven einstieligen Büschelentladungen und der Funken. Ein weiterer Nachweis für die Zusammengehörigkeit der beiden Erscheinungen liegt in der Bildung des sogenannten „ausgezeichneten Punktes" innerhalb der schlierenfreien Stelle. Fig. 5 zeigt dieses sehr gut. Der „ausgezeichnete Punkt" befindet sich 3,3 cm von der positiven Elektrode entfernt, während die schlierenfreie Stelle (Fig. 3) zwischen 3,0 und 4,0 cm von der positiven Elektrode liegt.

Entfernung zwischen den Spitzen 3,7 cm.

Meßfunkenstrecke in cm.	Beobachtungen im Schlierenapparat
7·5	Keine Schlieren (Schallwellen vom Meßfunken).
8,5	Schwache kleine Schlieren.
9,0	Schlieren, darunter einige Büschellichtschlieren, noch keine Funken.
9·5	Schlieren, mehrfach starke Büschellichtschlieren, vereinzelte Funken.
10	Dasselbe, Funken häufiger.
11	Starke Büschellichtschlieren und Funken.
12	Starke Büschellichtschlieren, viele Funken.
13	Fast nur Funken.
15	Nur Funken.

Wie bekannt, zeichnet sich diese Stelle durch besonders starke Schlierenbildung neben besonders schwacher Leuchtkraft aus. Das Bild (Fig. 5) zeigt außerdem noch 3—4 Explosionsstrahlen, die von einem Explosionsherde, dem „ausgezeichneten Punkte" auszugehen scheinen.

Viele Annahmen über Funken und Blitz sind den Ergebnissen der Erforschung von Gleitfunken entnommen worden. Die Analogieschlüsse auf das Verhalten von Entladungen im Raum sind hier voll berechtigt, besonders, seit M. Toepler nachgewiesen hat, daß der Gleitfunken ein Phänomen ist, welches wesentlich in der Luft am Isolator erfolgt. Es soll daher noch kurz ein Vergleich zwischen dem Aussehen der Schlieren und der Gleitbüschel gezogen werden. An der Erforschung dieser Erscheinungen haben in hervorragender Weise Przibram[1]) und in neuester Zeit Pedersen[2]) und Mikola[3]) teilgenommen.

Die polaren Unterschiede der Figuren sind von Przibram erschöpfend erklärt worden und zwar durch zwei Annahmen: geringere Minimalspannung bei Entstehung der negativen Figur und größere Leitfähigkeit der positiven Entladungsbahnen. Diese Annahmen werden wiederum auf ionentheoretische Begründungen zurückgeführt. Es sei noch erwähnt, daß auch für den Gleitfunken von Przibram angenommen wird, es gehe ihm eine Büschelentladung voraus[4]).

Von besonderem Interesse ist es nun, daß bei der photographischen Aufnahme von Raumbüscheln mit Hilfe der Schlieren sich dieselben

1) K. Przibram, diese Zeitschr. 19, 299, 1918 u. 21, 480, 1920.
2) P. O. Pedersen, Danske Vidensk. Selsk. I, 11, 1919.
3) S. Mikola, diese Zeitschr. 18, 158, 1917.
4) K. Przibram, Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-nat. Kl. 110, Abt. IIa, 1901. Daselbst ist auch eine eventuelle Schlierenbildung erwähnt.

polaren Unterschiede ergeben haben: die negativen Glimmlichtschlieren sind durchweg kleiner als die positiven und die positive Schliere auf Fig. 3 weist deutlich die für positive Gleitbüschel charakteristischen Verästelungen auf. Auch andere Eigentümlichkeiten der Gleitbüschel finden ihre Analoga auf den Schlierenbildern. Die Annahme, daß Gleitbüschel und Raumbüschel wesensgleich seien, wird also hier durch Raumbüschelaufnahmen bestätigt. Von allen veröffentlichten Gleitfiguren erinnert Fig. 3 am meisten an eine Aufnahme in der erwähnten Arbeit von Mikola, nämlich Fig. 16. Die Versuchsbedingungen sind im wesentlichen dieselben: eine hohe Spannung entsteht in kurzer Zeit, also disruptiv, zwischen zwei Elektroden. Die Rolle der Spitze übernimmt beim Gleitfunken die Kante. Während somit beim Raumfunken verschiedene Entladungserscheinungen nacheinander an ein und derselben Spitze beobachtet werden, sind auf der Aufnahme von Mikola alle Erscheinungen gleichzeitig nebeneinander zu sehen, und zwar auch positive und negative Büschel zugleich. Die schon erwähnten polaren Unterschiede fallen sofort ins Auge: die kurzen negativen und die längeren und verästelten positiven Büschel. Die 3 besonders intensiven Büschel entsprechen der Fig. 3 am besten.

Die Analogieschlüsse an der Hand von Gleitfiguren und die direkten Beobachtungen von M. Toepler[1]) haben die Vorprozesse soweit erschlossen, daß die Stromspannungskurve für alle vier Entladungsformen angegeben werden kann, sowie die Grenzen der Übergangsgebiete einer Form in die andere. Letztere sind durch fallende Charakteristik, d. h. durch fallende Spannung bei zunehmender Stromstärke charakterisiert. Man erklärt die Entstehung dieser Übergangsgebiete durch eine sehr plötzlich einsetzende, sehr starke Vermehrung der Ionen im Entladungsraume oder in einzelnen seiner Teile (Bahnen). Es liegt noch kein endgültiges Urteil darüber vor, welche Vorgänge eine solche disruptive Änderung des Ionisationszustandes hervorrufen. Die Versuche, alle Übergänge in gleicher Weise durch eine rein zufällige größere Ansammlung von Ionen im Raum zu erklären, enthalten etwas Unbefriedigendes. Viel eher ist für jedes der 3 Übergangsgebiete: zur Glimmentladung, zur Büschelentladung und zum Büschellichtbogen ein anderer, den jeweiligen, sehr verschiedenen Bedingungen entsprechender Auslösungsmechanismus zu erwarten.

Während für die ersten beiden Gebiete die Vorgänge an der Elektrode, also vielleicht die elektrische Doppelschicht, die ausschlaggebende Rolle spielen wird, wären für den Übergang zum Büschellichtbogen schon Vorgänge innerhalb der Funkenstrecke selbst verantwortlich zu machen. Nur von diesen letzteren soll im folgenden die Rede sein. Daß bei der Überbrückung größerer Entfernungen durch Entladungen besondere Vorgänge stattfinden, wird auch von Toepler angenommen, so wird der Blitzvorgang auf die Entstehung eines Doppelbüschels an einem zufälligen Regentropfen zurückgeführt[1]). Dem Regentropfen könnte bei einem Laboratoriumsfunken ein Staubkörnchen oder ein von einer größeren Anzahl von Molekeln umgebenes Ion entsprechen. Von Mikola[2]) wird noch viel allgemeiner die automatische Entstehung solcher Doppelbüschel, von ihm Explosionszentren genannt, angenommen und diskutiert. Experimentell ist für Gleitfiguren sogar das elektrodenlose Entstehen von Doppelbüscheln von beiden Forschern festgestellt worden[3]). Es liegt nun nahe, sich die Schliere auf Fig. 3 auch als einem solchen Doppelbüschel entsprechend vorzustellen, und zwar als ein Doppelbüschel mit einem langen positiven Erguß links und einem kurzen dicken negativen Teil rechts. Das „Explosionszentrum" ist 1 cm von der positiven Elektrode entfernt. Mit der Lupe erkennt man auf der Platte, daß der negative Teil, aus drei kleinen, strahlenförmig angeordneten Schlieren besteht, also ganz andere Struktur aufweist, als der linke, typisch positive Büschel. Für die Möglichkeit dieser Annahme spricht auch das Ergebnis[3]), daß die Zerreißfähigkeit der Luft ohne Metallpole nicht höher als an solchen ist.

Die verschiedene Intensität des Leuchtens an verschiedenen Stellen ein und desselben Büschels läßt vermuten, daß so mancher Teilvorgang der Entladung, seines minimalen Leuchtens wegen, nicht zur Beobachtung gelangen kann. Daher entzieht sich vielleicht auch der, der positiven Elektrode zugekehrte negative Teil des Doppelbüschels, der direkten Beobachtung. Die Aufnahmen mit Hilfe von Schlieren lassen aber auch diese Teile erkennen und geben daher näheren Aufschluß über den Mechanismus der Bildung solcher einstieliger Büschelentladungen und damit auch über den Mechanismus der Auslösung langer Funken. Ob aber die Entstehung eines solchen Doppelbüschels irgendeinem von der Elektrode kommenden positiven Ion oder einem zufällig im genügend hochkommenden Felde vorhandenen Ion oder Elektron oder einem bei disruptiver Feldänderung

1) Zusammenfassend Handwörterbuch der Naturw. **4**, 412, 1913.

1) M. Toepler, Meteor. Zeitschr. **34**, 231, 1917.
2) S. Mikola, diese Zeitschr. **18**, 158—162, 1917.
3) M. Toepler, diese Zeitschr. **22**, 59, 1921.

auftretenden elektromagnetischen Impulse zuzuschreiben ist, sollte hier nicht entschieden werden.

Zusammenfassung.

1. Die Vorprozesse elektrischer Funken werden durch Schlierenaufnahmen sichtbar gemacht.

2. Die Entstehung eines Doppelbüschels zwischen den Elektroden wird diskutiert.

Riga, Physikalisches Laboratorium der Universität.

(Eingegangen 1. März 1922.)

Bemerkung zur Rotverschiebung.

Von E. St. John.

In bezug auf das Gerücht, daß die letzten Beobachtungen auf dem Mount Wilson über die Verschiebung der Linien des Sonnenspektrums die Folgerungen aus der Einsteinschen Theorie stützen, habe ich zu bemerken, daß jenes Gerücht auf eine von dem Berichterstatter der New York Times mißverstandene Äußerung von Herrn Professor Schlesinger zurückzuführen ist, mit dem dieser eine telephonische Unterredung hatte. Ich habe keinen Grund gefunden, die Genauigkeit der früheren Beobachtungen an den Linien der Cyanbande zu bezweifeln, aber seit Herr Dr. King gezeigt hat, daß die Linien der verschiedenen Serien in dieser Bande mit der Temperatur ihre relativen Intensitäten ändern, und Herr Dr. Birge gefunden hat, daß die Mehrzahl der scheinbar einfachen Linien komplex ist und oft aus Linien sich zusammensetzt, welche zu verschiedenen Serien gehören, ist es klar, daß, wenn man die Unterschiede der Temperaturen auf der Sonne und auf der Erde in Betracht zieht, diese Linien für eine Prüfung der Theorie nicht so geeignet sind wie man zuerst dachte.

Vom Gesichtspunkt der Sonnenprobleme und der Relativitätstheorie aus ist es von größter Wichtigkeit festzustellen, ob die entsprechenden Wellenlängen der Linien im Sonnenspektrum und in den Spektren irdischer Lichtquellen mit den Forderungen der allgemeinen Relativitätstheorie in Übereinstimmung gebracht werden können. Mit Rücksicht auf den jetzigen Stand dieser wichtigen Frage erscheint es, um endgültige Schlüsse ziehen zu können, notwendig, ein ausgedehntes Programm aufzustellen, welches Beobachtungen in der Mitte und am Rande der Sonne umfaßt, Beobachtungen, welche sich auf einen möglichst großen Wellenlängen- und Linienintensitätenbereich erstrecken, und weiter diese Beobachtungen durch die notwendigen Daten von Laboratoriumsversuchen zu ergänzen; kurz, genügend Material für eine statistische Behandlung zu erhalten. Ein solches Programm ist auf dem Mount Wilson in Ausführung begriffen, doch ist die Sammlung der experimentellen Daten noch nicht vollständig genug für eine umfassende Diskussion, und ohne eine solche würde es voreilig sein, ein Urteil zu fällen.

Für 32 Eisenlinien finden Buisson und Fabry die Unterschiede zwischen den Wellenlängen im Vakuumlichtbogen und den Wellenlängen in der Mitte der Sonne von der Größenordnung des Einstein-Effektes und schließen daraus, indem sie sehr niedrigen Druck in der umkehrenden Schicht annehmen: „L'effet Einstein est la seule cause de déplacement des raies du spectre solaire". Auf dem Mount Wilson ausgeführte Beobachtungen an einigen hundert Linien zeigen, daß in verschiedenen Spektralbereichen die Unterschiede im Sonnenspektrum und im Spektrum des Vakuumlichtbogens im Vergleich mit der Einsteinschen Forderung sich sehr verschieden erweisen, und daß in demselben Spektralbereich die Werte für verschiedene Linienklassen sehr verschieden sind. Es ist demnach klar, daß das Problem kompliziert ist und eine einfache Annahme, wie diejenige geringen Druckes in der umkehrenden Schicht, die Resultate einer umfassenden Reihe von Beobachtungen mit den Folgerungen der Einsteinschen Theorie nicht in Einklang bringen kann, so daß die Notwendigkeit besteht, eine umfassende Untersuchung anzustellen, wenn die wirklichen Ursachen voneinander getrennt und klargelegt werden sollen.

Mount Wilson Observatory, 1. März 1922.

(Eingegangen 23. März 1922.)

Zur Theorie der spezifischen Wärmen in der Nähe eines Umwandlungspunktes.

Von E. Brody.

1. Die meisten thermodynamischen Systeme sind so beschaffen, daß die Schwankungen um den Gleichgewichtszustand keinen Beitrag zur Energie des Systems liefern. Die Wahrscheinlichkeit w einer Energieschwankung ε ist eine gerade Funktion von ε, daher verschwindet der Mittelwert $\bar{\varepsilon}$. Aber es gibt einen Fall, wo dieser Mittelwert nicht gleich o ist. Betrachten wir nämlich ein System in der Nähe eines Umwandlungspunktes, z. B., um die Idee zu fixieren, einen festen Körper wenig unterhalb des Schmelzpunktes. Dann ist offenbar eine Energieerhöhung $+\varepsilon$,

die das Schmelzen des Körpers hervorruft, nicht gleich wahrscheinlich mit einer Energieerniedrigung $-\varepsilon$, ε verschwindet also nicht.

2. Molekulartheoretisch können wir diese Schwankungen mangels einer kinetischen Theorie der Flüssigkeiten und des Schmelzvorgangs quantitativ nicht behandeln, wohl aber mit dem Einsteinschen Kunstgriff der Umkehrung des Boltzmannschen Prinzips.

Die Wahrscheinlichkeit, daß ein sich in thermodynamischem Gleichgewicht befindendes System von dem durch die Thermodynamik geforderten Zustand abweiche, ist proportional mit

$$e^{\frac{F_1 - F_2}{kT}},$$

wo $F_1 - F_2$ die Differenz der freien Energien des Systems in den beiden Zuständen[1]) ist. Nun betrachten wir einen festen Körper mit der Masse M, Volum V, Temperatur T, Schmelzpunkt $T_s > T$, Dichte ϱ. Nun definieren wir eine Funktion $\varphi(xyz)$ der räumlichen Koordinaten folgendermaßen: $\varphi(x, y, z)$ soll gleich 1 sein, in den Punkten, wo der Körper flüssig ist und 0, wo der Körper fest ist. Diese Funktion ist unstetig und nicht definiert in den Grenzpunkten der beiden Phasen; aber das ist für unsere Zwecke ohne Belang. Dann ist

$$F_1 - F_2 = \int\int\int \varrho (f_1 - f_2)\, \varphi(xyz)\, dx\, dy\, dz,$$

wo f_1 und f_2 die freien Energien der Masseneinheit der festen bzw. der flüssigen Substanz sind. Wir entwickeln $f_1 - f_2$ in der Umgebung des Schmelzpunkts in eine Taylorsche Reihe:

$$(f_1 - f_2)_T = (f_1 - f_2)_{T_s} + \left(\frac{\partial (f_1 - f_2)}{\partial T}\right)_{T_s} (T - T_s) + \ldots$$

Das erste Glied ist 0, das zweite gleich $-\frac{r}{T_s}(T - T_s)$, wo r die Schmelzwärme pro Masseneinheit ist.

Also wird

$$\begin{aligned} F_1 - F_2 &= -\int\int\int \varrho \frac{r}{T_s}(T - T_s)\, \varphi\, dx\, dy\, dz, \\ &= \frac{r}{T_s}(T_s - T) \int\int\int \varrho \varphi\, dx\, dy\, dz, \\ &= \frac{r}{T_s}(T_s - T)\, m, \end{aligned} \tag{1}$$

wo m die Masse ist, die gerade im flüssigen Zustande ist.

Demnach ist die Wahrscheinlichkeit des Zustandes, in dem die Menge der Flüssigkeit zwischen m und $m + dm$ liegt, gleich

$$dw = C e^{-\frac{r m}{k T_s^2 (T_s - T)}} dm. \tag{2}$$

C bestimmen wir aus der Forderung, daß

$$\int_0^M dw = \int_0^M \frac{dw}{dm}\, dm = 1$$

sein soll. Das gibt

$$C = \frac{\alpha}{1 - e^{-\alpha M}} \tag{3}$$

wenn

$$\frac{r}{k T_s^2}(T_s - T) = \alpha \tag{4}$$

gesetzt wird.

Also

$$dw = \frac{\alpha e^{-\alpha m}}{1 - e^{-\alpha M}}\, dm \tag{5}$$

und die Wahrscheinlichkeit, daß höchstens die Masse m ist flüssig

$$\int_0^m dw = \frac{1 - e^{-\alpha m}}{1 - e^{-\alpha M}}.$$

Jetzt wollen wir die mittlere Energie $\bar{\varepsilon}$ dieser Schwankungen berechnen.

$$\begin{aligned} \bar{\varepsilon} &= \int_0^M m r \frac{dw}{dm}\, dm, \\ &= \frac{\alpha r}{1 - e^{-\alpha M}} \int_0^M m e^{-\alpha m}\, dm, \\ &= \frac{r}{\alpha} - \frac{M r}{e^{\alpha M} - 1} = \frac{k T_s^2}{T_s - T} - \frac{M r}{e^{\frac{r M (T_s - T)}{k T_s^2}} - 1} \end{aligned} \tag{6}$$

Im Schmelzpunkt selbst ist die Schwankungsenergie, wie aus der Formel (6) folgt, gleich der Hälfte der Schmelzwärme, wie das wohl zu erwarten war.

3. Außer in der nächsten Nachbarschaft des Schmelzpunkts selbst kann man das zweite Glied weglassen. Dann wird der Anteil der Schwankungen an der spezifischen Wärme

$$c = \frac{1}{M}\frac{d\bar{\varepsilon}}{dT} = \frac{1}{M}\frac{k T_s^2}{(T_s - T)^2}.$$

Er ist unabhängig von der Schmelzwärme und um so größer, je kleiner die Masse des Körpers ist.

Da in der Formel $k = \frac{R}{N}$ auftritt, so bietet die Bestimmung dieser Größe c im Prinzip eine Methode zur Berechnung der Loschmidtschen Zahl N. Man erhält c aus den direkten kalorimetrischen Messungen der spezifischen Wärme

1) A. Einstein, Ann. d. Phys. 13, 371, 1906.

dicht unter dem Schmelzpunkt, indem man von diesen die ohne Berücksichtigung der Schwankungsenergie molekulartheoretisch berechneten Werte abzieht. Übrigens muß man beachten, daß bei den gewöhnlichen thermodynamischen Berechnungen, z. B. bei der Bestimmung des Schmelzpunkts aus der spezifischen Wärme mit Hilfe des Nernstschen Theorems, die schwankungsfreien Energiewerte genommen werden müssen; man hat daher von den gemessenen spezifischen Wärmen den Schwankungsbetrag abzuziehen.

4. A. Wigand[1]) macht auf Anomalien der spezifischen Wärmen beim Schmelzpunkt aufmerksam und versucht sie durch die „Unschärfe" des Umwandlungspunkts zu deuten; doch hat er den Begriff der Schwankungen nicht zur Erklärung herangezogen. Die beobachteten Anomalien scheinen aber zum größten Teil von Verunreinigungen herzurühren.

Für *Na* haben Ladenburg und Minkowski[2]) alle vorhandenen Messungen der spezifischen Wärme zusammengestellt und mit der Debyeschen Theorie verglichen. Man sieht aus ihrer Fig. 1 (S. 133), erstens einen linearen Anstieg über den Dulong-Petitschen Wert hinaus, der wohl als Wirkung der asymmetrischen Bindung der Resonatoren gedeutet werden muß[1]), zweitens dicht vor dem Schmelpunkt einen weiteren, wenn auch kleinen, so doch deutlichen Anstieg.

E. Schrödinger[2]) teilt in seinem zusammenfassenden Bericht über den Energiehalt der Fettkörper Formeln für die spezifische Wärme mit, die Zusatzglieder enthalten, durch die der anomale Anstieg der spezifischen vor dem Schmelzpunkt Rechnung getragen werden soll; diese Zusatzglieder sind $e^{\alpha(T-T_s)}$ proportional.

Der hier behandelte Effekt muß bei sehr feinkörniger Struktur der Materie besonders merkbar werden.

Hier kann man die Beobachtung heranziehen, daß die spezifische Wärme von Metallen vor dem Schmelzpunkt abhängig ist von ihrer Vorbehandlung. Plötzlich abgeschreckte Metallstücke, welche ein sehr feines Korn haben, zeigen tatsächlich eine etwas größere spezifische Wärme als langsam abgekühlte.

Die hier behandelten Schwankungen werden auch eine Opaleszenz in der Nähe des Verwandlungspunktes hervorrufen. In einer späteren Mitteilung beabsichtige ich, diese Frage näher zu behandeln.

1) A. Wigand, Ann. d. Phys. (4) **22**, 99, 1907, insbes. S. 105; Jahrb. d. Rad. u. Elektr. **10**, 54, 1913, insbes. S. 75.

2) R. Ladenburg u. R. Minkowski, Zeitschr. f. Phys. **8**, 137, 1922.

1) Vgl. M. Born u. E. Brody, Zeitschr. f. Phys. **6**, 132, 1921.

2) E. Schrödinger, diese Zeitschr. **20**, 420, 450, 474, 523, 1919. Siehe insbes. Tab. V, S. 478.

Göttingen, 31. März 1922.

(Eingegangen 31. März 1922.)

BESPRECHUNGEN.

Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf. Herausgegeben von Fritz Wüst. Band 2, Quartformat, 105 Seiten und 8 Tafeln mit 143 Abbildungen und 78 Zahlentafeln. Düsseldorf, Verlag Stahleisen. 1921. In Kartonumschlag geh. M. 60.—. In Halbleinen geb. M. 75.—.

Dem im Jahre 1920 erschienenen 1. Bande ist der zweite rasch gefolgt. Er enthält vier Arbeiten, die sämtlich auch für den Physiker von Bedeutung sind.

Die Arbeit von Eduard Maurer und Walter Schmidt „Der Einfluß verschiedener Legierungsmetalle nebst Kohlenstoff auf einige physikalische Eigenschaften des Eisens" beschäftigt sich mit den für die Praxis wichtigen Stahlen mit 0,1—0,75 Proz. Kohlenstoff und verhältnismäßig geringen Gehalten an Nickel, Chrom, Mangan, und zwar wurden die Wirkungen ermittelt, welche die gelösten Legierungsmetalle und die Karbide auf einige Eigenschaften, speziell den Ausdehnungskoeffizienten, die Kugeldruckhärte und die Koerzitivkraft der ausgeglühten Stahle ausüben. Hierbei ergab sich, daß der Einfluß der einzelnen Bestandteile sich in einfacher Weise addiert und ferner, daß die verhältnismäßig größte Einwirkung bei geringster Konzentration stattfindet.

In der zweiten Arbeit „Über eine Stickstoffbestimmungsmethode in Stahl und Roheisen und über den Stickstoff bei den Hüttenprozessen" von Fritz Wüst und Joseph Duhr wird zunächst, im ersten Teile, eine exakte Methode zur Stickstoffbestimmung in technischen Eisensorten mitgeteilt. Eine solche Methode ist von großer Wichtigkeit, weil besonders in neuerer Zeit dem geringen Stickstoffgehalte des Eisens ein weitgehender Einfluß auf dessen Festigkeitseigenschaften zugeschrieben wurde. Diese Annahme ist nunmehr, da die Methode auch kleine Stickstoffmengen genau zu bestimmen gestattet, einer exakten Prüfung zugänglich geworden. Im zweiten und dritten Teile wird an Hand dieser Methode die Stickstoffaufnahme bei verschiedenen Metallen und Ferrolegierungen sowie bei den Hüttenprozessen untersucht.

Die dritte Arbeit „Über Blaubrüchigkeit und Altern des Eisens" von Friedrich Körber und Arthur Dreyer behandelt eingehend die gefährliche Sprödigkeitssteigerung, welche das Eisen erleidet, wenn es bei 200—300°, bei welcher Temperatur die Ober-

fläche bzw. Bruchfläche des Materials blaue Anlauffarben zeigt, bearbeitet wird. Eine ähnliche Sprödigkeitssteigerung ist auch beobachtet worden, wenn bei gewöhnlicher Temperatur bearbeitetes Eisen nachträglich auf Blauwärme erhitzt (angelassen) oder auch, wenn es längere Zeit bei gewöhnlicher Temperatur gelagert wurde. Aus diesem Grunde war man geneigt, die Wirkungen dieser drei verschiedenen Behandlungsarten als wesensgleich anzusehen. Die Verfasser kommen zu dem Ergebnisse, daß nur die Wirkung des Anlassens und des Lagerns kalt bearbeiteten Eisens wesensgleich sind, daß dagegen die Wirkungen dieser beiden Behandlungsarten scharf zu trennen sind von den durch Bearbeitung des Eisens bei Blauwärme hervorgerufenen Eigenschaftsänderungen. Diese letzteren, welche in quantitativer Hinsicht die vorgenannten weit hinter sich lassen, führen die Verfasser auf eine besonders starke Verminderung der Formänderungsfähigkeit in der Blauwärme zurück.

Die vierte und letzte Mitteilung „Über die Wärmebehandlung der Spezialstähle im allgemeinen und der Chromstähle im besonderen" von Eduard Maurer und Richard Hohage zerfällt in zwei Teile, in einen allgemeinen Teil „Über die Vergütung der Spezialstähle" und in einen besondern Teil „Über die Vergütung der Chromstähle". Unter Vergütung versteht man alle diejenigen Wärmebehandlungen, die dazu dienen, dem Stahle für einen besonderen Verwendungszweck bestimmte Eigenschaften zu geben. Die Verfasser legen im allgemeinen Teile dar, daß die Wärmebehandlung der Spezialstähle keineswegs das geheimnisvolle Gebiet ist, für welches es manchmal angesehen wird und zeigen, wie dieselbe von einheitlichen Gesichtspunkten betrachtet werden kann. Von diesem Standpunkte aus wird im besonderen Teil die Vergütung einer Reihe von Chromstählen vorgeführt. Insbesondere wird hier auch die beim Anlassen (Wiedererhitzung nach erfolgter Abschreckung) unter Umständen sich einstellende, bisher ungeklärte Erscheinung der Verminderung der Kerbzähigkeit behandelt und eine Erklärung dafür gegeben.

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß auch der Physiker den weiteren Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung mit Interesse entgegensehen wird. R. Ruer.

K. Bollert, Einsteins Relativitätstheorie und ihre Stellung im System der Gesamterfahrung. kl. 8°. 70 S. Dresden, Th. Steinkopff. 1921. M. 12.—.

Diese Schrift eines Neukantianers ist beachtenswert, weil sie nicht den üblichen Versuch macht, die Lehre Kants so auszudeuten, daß sie mit der Relativitätstheorie vereinbar wird, sondern den Widerspruch offen zugibt. Die klare Einsicht des Verfassers in den physikalischen Gehalt der Theorie, die aus der im ersten Teil gegebenen Darstellung deutlich hervortritt, mag die Ursache für dieses offene Eingeständnis sein. Für Bollert handelt es sich darum, die Lehre Kants so abzuändern, daß der Widerspruch verschwindet; und mit großem Geschick greift er diejenigen Punkte der Relativitätstheorie heraus, die einen erweiterten Kantianismus zuzulassen scheinen. Es sind vor allem 2 Punkte, in denen die Aprioritätsbehauptung Kants von der Relativitätstheorie scheinbar nur in eine allgemeinere Sphäre gerückt wird. Der eine betrifft das Raumproblem. Die Euklidizität wird von der Theorie nur für große Raumdimensionen aufgegeben, für das unendlich Kleine gilt sie weiter, und wenn Bollert deshalb die Apriorität des euklidischen Raumes auf das unendlich Kleine beschränkt, so verschwindet in der Tat der Widerspruch Kant-Einstein. Der zweite Punkt betrifft den Substanzbegriff. Da die Masse eines Körpers veränderlich ist mit der Geschwindigkeit, so ist sie nach Bollert eben nicht die richtige Substanz; aber das Gesetz der Veränderung schließt als neue Konstante die Ruhmasse ein, und so nennt Bollert diese erst die Kantische Substanz. Diese zwei Erweiterungen des Kantianismus sind, so naheliegend, daß es mir historisch notwendig scheint, wenn der Versuch dazu einmal von philosophischer Seite gemacht wird. Aber sie sind auch nicht mehr als ein Kompromiß mit der gegenwärtigen Physik, und können die Apodiktizitätsphilosophie auf die Dauer nicht halten. Denn vom Standpunkt der Relativitätstheorie ist es klar, daß die Ebenheit des Raumes im unendlich Kleinen auch nur ein Erfahrungsresultat ist, welches insbesondere mit der Gleichheit von schwerer und träger Masse zusammenhängt; und kein Physiker wird sie als notwendigen Bestandteil der Physik für alle Ewigkeit prophezeien können. Und daß der Substanzbegriff trotz jener naheliegenden Erweiterung nicht mehr zureicht, liegt in der Formulierung klar zutage, die Einstein dem Ätherproblem gegeben hat; es ist unmöglich, die Einzelteilchen des Äthers in ihrer Bewegung zeitlich zu verfolgen. Wenn dieser Versuch, den Kantianismus zu erweitern, deshalb als mißglückt betrachtet werden muß, so bleibt er doch beachtenswert. Angeschlossen sind Bemerkungen Bollerts über das Objektivationsverfahren der Erkenntnis, die nur noch in sehr losem Zusammenhang mit Kant stehen und eine Berührung mit der Cassirerschen Schule verraten, aber allzu allgemein gehalten sind, als daß man sie abschließend bewerten könnte.

H. Reichenbach.

E. Budde, Mathematische Theorie der Gehörsempfindung. (Aus Abderhalden, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. V, Teil 7, Heft 1). gr. 8°. 195 S. Mit 30 Abbildungen. 1. Auflage. Berlin, Urban & Schwarzenberg. 1920. Brosch. M. 48.—.

Der erste Teil (S. 1—163) des Buches dient der „Einführung in die allgemeinen Grundlagen der Resonanztheorie", während sich der zweite Teil (S. 164—195) mit den „Ansätzen zur Theorie des Hörens" beschäftigt. Auswahl und Behandlung des Stoffes sind durchaus auf die Resonanztheorie des Hörens eingestellt. Im ersten Teil wird zunächst der schwingende Massenpunkt bei linearen und bei nichtlinearen Schwingungsgleichungen behandelt, sodann werden „die Saite und die einseitig gespannte Membran" besprochen und endlich die eindimensionalen Luftschwingungen. Der zweite Teil behandelt die Vorgänge im inneren Ohr.

Das interessant und geistvoll geschriebene Buch darf im ganzen genommen als eine sehr gute Einführung in die in Frage stehenden Probleme bezeichnet werden. Auf der anderen Seite muß aber nachdrücklich darauf hingewiesen werden, daß in Einzelheiten recht erhebliche Mängel bestehen. Nicht nur, daß die historische Darstellung außergewöhnlich stark subjektiv und in zahlreichen Punkten völlig unzutreffend ist, sondern auch in rein-sachlicher Beziehung sind dem Verf. Irrtümer und Fehler unterlaufen. So ist, um hierfür nur ein Beispiel zu nennen, die Argumentation in § 27 über die Stabilität der Schwingung des Massenpunktes unrichtig. E. Waetzmann.

E. Budde, Mathematisches zur Phonetik (Klanganalyse). (Aus Abderhaldens Handbuch Abt. V, Teil 7, Heft 2.) gr. 8°. 64 S. Mit 4 Abbildungen. 1. Auflage. Berlin, Urban & Schwarzenberg. 1920. Brosch. M. 18.—.

Dieses Heft behandelt im Anschluß an das oben besprochene Heft 1 die Fourier-Analyse einer gegebenen Klangkurve. Es werden in klarer Gliederung des Stoffes zunächst verschiedene Methoden mechanischer Integration, sodann das rein rechnerische Verfahren besprochen. Hierbei werden besonders die Möglichkeiten zur Vereinfachung der Rechnung erörtert und die Fehlerquellen hervorgehoben. Am Schluß des Heftes ist eine größere Zahl von Rechentabellen zusammengestellt.

Wenn der Verf. auf der ersten Seite die Fourier-Analyse als „diejenige Aufgabe der Phonetik, die etwas eingehendere mathematische Hilfsmittel in Anspruch nimmt" bezeichnet, so ist dem hinzuzufügen, daß auch die Theorie der registrierenden Apparate für die Phonetik von grundlegender Bedeutung ist. Diese Frage wird aber nur mit wenigen Bemerkungen gestreift, so daß der Inhalt des Heftes durch den Untertitel „Klanganalyse" besser gekennzeichnet ist als durch den Haupttitel „Mathematisches zur Phonetik".

E. Waetzmann.

M. Lindow, Differentialgleichungen. (Aus Natur und Geisteswelt. 589. Bd.) kl. 8°. 106 S. m. 38 Abb. Leipzig u. Berlin, B. G. Teubner. 1921. Geh. M. 10.—, geb. M. 12.—.

Das vorliegende Büchlein bildet den Abschluß zu den beiden ebenfalls in der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" erschienenen Büchlein des Verf. über Differential- und Integralrechnung. Es ist nicht leicht eine an sich schwierige Materie in populärer Form darzustellen. Je nach der Vorbildung des Lesers wird der eine die Darstellung zu breit oder zu elementar, der andere aber zu knapp oder zu hoch finden. Der Verf. hat diese Schwierigkeit in verhältnismäßig guter Weise gelöst. Er geht meist von einem oder mehreren Beispielen aus und bringt im Zusammenhang mit diesen die wichtigsten Methoden zur Lösung der Differentialgleichungen. Neben den sogenannten strengen Methoden werden besonders ausführlich die graphischen und numerischen Näherungsmethoden behandelt. Die partiellen Differentialgleichungen mußten leider vollständig unberücksichtigt bleiben. 160 Übungsaufgaben, deren Lösungen am Schlusse zu finden sind, geben Gelegenheit sich mit den geschilderten Methoden vertraut zu machen. Der Inhalt des Bändchens kann natürlich dem Physiker nicht ein eingehenderes mathematisches Studium ersetzen, aber er wird besonders dem Anfänger gute Dienste leisten, sowie allen denen, die sich nur gelegentlich mit physikalischen oder technischen Problemen befassen müssen, welche auf Differentialgleichungen führen.

Betz.

M. Moeller, Das Ozon, eine physikalisch-chemische Einzeldarstellung. gr. 8°. VII u. 155 S. M. 32 Textfiguren. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn. 1921. M. 12.—.

Wir erhalten hier von fachmännischer Seite eine eingehende Monographie über einen Gegenstand, der ebensoviel wissenschaftliches als praktisches Interesse beansprucht. Kann auch das Studium des Ozons noch keineswegs als abgeschlossen gelten, so ist doch eine sichtende Darstellung des mannigfachen Tatsachenmaterials, der Resultate und der Literatur sehr zu begrüßen. Es werden der Reihe nach folgende Themata behandelt: Die Konstitution des Ozons, die physikalischen Eigenschaften, die physikalischen Methoden der Ozonbestimmung, die Thermochemie des Ozons, die Kinetik des Ozonzerfalls, die elektrolytische Bildung, das elektrochemische Potential, die Bildung und Darstellung durch elektrische Entladungen und die Photochemie des Ozons. Zum Schluß folgt eine Zusammenstellung der physikalischen Daten des Ozons nebst einer Umrechnungstabelle. Das Buch bietet auch für den Physiker reges Interesse, da es sich mit den Problemen der elektrischen Entladungen und ihren ionen- und quantentheoretischen Grundlagen auseinandersetzt. Es kann daher aufs wärmste empfohlen werden.

Greinacher.

A. Linker, Elektrotechnische Meßkunde. 3., völlig umgearbeitete und erweiterte Auflage. VI u. 517 S. Mit 408 Abbildungen. Berlin, J. Springer. 1920. Geb. M. 54.—.

Das Buch umfaßt in den 5 Abschnitten, Elektrische Meßmethoden, Magnetische Messungen, Messungen der Gleich- und Wechselstromtechnik und Photometrie, so ziemlich das gesamte Gebiet der elektrischen Meßtechnik. Durch außerordentlich reichhaltige Literaturangaben ist überall auf Spezialarbeiten verwiesen.

Im allgemeinen dürfte wohl noch etwas mehr auf das rein Meßtechnische eingegangen werden; die theoretischen Erörterungen nehmen für eine Meßkunde einen etwas breiten Raum ein. Dies gilt besonders für die zwei neu hinzugefügten Kapitel. Bei den Kollektormotoren werden nur die Kreisdiagramme erörtert; man vermißt Angabe der charakteristischen Kurven, Näheres über Verlustbestimmungen und die Untersuchung der hier besonders interessanten Kommutationsverhältnisse. Bei den Gleichrichtern dürfte die Welligkeit und der Einfluß des Wellenstroms auf die verwendeten Instrumente erwähnt werden. Im übrigen entspricht das Buch vollkommen dem in der Elektrotechnik herrschenden Bedürfnis nach einer umfassenden Darstellung der Meßtechnik.

Kesselring.

E. Study, Denken und Darstellung, Logik und Werte, Dingliches und Menschliches in Mathematik und Naturwissenschaften. (Sammlung Vieweg, Heft 59.) 8°. 43 S. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn. 1921. M. 3.20 u. Teuerungszuschlag.

Der durch seinen frischen und geistvollen Kampf gegen gewisse philosophische Zeitströmungen (E. Study, Die realistische Weltansicht und die Lehre vom Raum) auch außerhalb seines engeren Fachgebietes bekannte Mathematiker setzt sich in dieser Schrift, die dem unmittelbaren Anlaß nach eine Erwiderung auf M. Paschs Schrift „Mathematik und Logik" (Leipzig 1919) darstellt, mit der modernen logisch-axiomatischen Darstellungsform auseinander. Gegenüber ihren bis ins kleinste und peinlichste ausgeführten Schlußketten tritt er für eine freiere Schreibart ein, die dem Leser, ohne ihm alle eigene Denkarbeit zu ersparen, durch Lebendigkeit und Anschaulichkeit zu Hilfe kommen soll. Mit reiner Logik allein könne keine Mathematik gemacht noch gelehrt werden.

Freilich scheint mir hier — möglicherweise auch auf der Gegenseite — der Umstand nicht hinreichend

gewürdigt zu sein, daß es für die Form der Darstellung eines Wissensgebietes offenbar einen wesentlichen Unterschied macht, ob sie rein der Mitteilung, also der sachlichen Belehrung und Überzeugung, dienen oder aber das Gebiet als solches zum Gegenstand einer eigenen, vorzugsweise auf logische Zusammenhänge gerichteten Untersuchung erheben will, und daß sie, je reiner sie das eine Ideal verwirklicht, um so weniger brauchbar gewiß in der anderen Absicht sein wird.

Wenn auch von dem ersten der soeben gekennzeichneten Standpunkte, den der Verfasser allein in Betracht zieht, seine Kritik natürlich eine gewisse Berechtigung hat, so wird gleichwohl nach meiner Beurteilung die Verwendung der Axiomatik auf ihrem eigensten Gebiet, als des gegebenen Forschungs- und Darstellungsmittels im Sinne der zweiten Absicht, hierdurch nicht im mindesten betroffen.

H. Behmann.

v. Horváth, Raum und Zeit im Lichte der speziellen Relativitätstheorie. kl. 8°. 58 S. Mit 8 Abb. u. 1 Bildnis Einsteins. Berlin, J. Springer. 1921. M. 12.—.

Das Buch nennt sich „Versuch eines synthetischen Aufbaus der speziellen Relativitätstheorie"; aber man kann nicht sagen, daß dieser synthetische Aufbau etwas Neues bedeutet gegenüber den bekannten Darstellungen der Theorie. Zwar sind die Entwicklungen durchweg korrekt und mit erfreulicher Ordnung aneinandergefügt, aber von einem synthetischen Aufbau verlangt man vor allen Dingen Analyse und deshalb mehr als eine bloße Zusammenfassung bekannter Gedanken. Wenn der Verfasser seine Definition des Inertialsystems durch die Euklidizität der Maßverhältnisse starrer Körper und Uhren als neu bezeichnet, so ist das doch wohl eine Überschätzung, denn diese Definition ist nach den Einsteinschen Entdeckungen eine selbstverständliche Möglichkeit. Als einziger sachlicher Irrtum ist mir die Behauptung aufgefallen, daß die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit ein unbeweisbares Postulat sei; sie ist im Gegenteil aus empirisch beweisbaren Axiomen und der Gleichzeitigkeitsdefinition abzuleiten und logisch von demselben Charakter wie jeder physikalische Satz. Abgesehen von dieser Unklarheit ist die Darstellung aber gut und von breiter Nüchternheit, und darum darf man das Büchlein als eine weitere gute populäre Darstellung den vielen schon vorhandenen hinzurechnen. H. Reichenbach.

F. Niethammer, Die Elektromotoren. In zwei Bänden. (Sammlung Göschen. Nr. 798 u. 799.) I. Gleichstrommotoren. Mehrphasige Synchron- und Asynchronmotoren. 99 S. Mit 55 Fig. II. Kommutatormotoren. 78 S. Mit 48 Fig. Berlin u. Leipzig, Vereinigung wiss. Verleger. 1920. Jeder Band M. 2.10 u. Teuerungszuschlag.

Die beiden Bände umfassen das Wesentliche aus dem Gebiete der Elektromotoren.

In Band I werden die Gleichstrom-, die mehrphasigen Synchron- und Asynchronmotoren behandelt. Der Inhalt ist in knapper Form zur Darstellung gebracht, wird jedoch durch zahlreiche gute Abbildungen leicht verständlich und klar. Bei der Beschreibung von Synchronmotoren hätte man dessen Verwendbarkeit als Phasenregler mehr hervortreten lassen müssen.

Bei der Behandlung der Asynchronmotoren vermißt man die Erwähnung des Einphasenmotors sowie des Heyland- bzw. Ossana-Diagramms.

In dem zweiten Band sind die Wechselstromkommutatormotoren in ihrem elektrischen und mechanischen Aufbau beschrieben, woran sich eine kurze Betrachtung über die Wirtschaftlichkeit elektrischer Motorantriebe anschließt.

Zur allgemeinen Orientierung erscheinen mir die beiden Bände recht gut geeignet. P. Andronescu.

N. Schmitt, Aufgaben aus der technischen Mechanik für den Schul- und Selbstunterricht. I. 2. Aufl. (Aus Natur und Geisteswelt 558. Bd.) kl. 8°. 124 S. Mit zahlr. Abb. im Text. Leipzig, B. G. Teubner. 1921. M. 6.80, geb. 8.80.

Das vorliegende Bändchen bringt an Hand von zahlreichen Abbildungen 240 Aufgaben und Lösungen aus der Bewegungslehre, Statik und Festigkeitslehre. Die Aufgaben sind so gestellt, daß sie durchwegs mit den elementaren Rechenoperationen gelöst werden können. Sie kommen daher hauptsächlich für Schüler technischer Mittelschulen als Ergänzung zum Mechanik-Unterricht oder auch für Techniker zur weiteren Ausbildung in Betracht. Von diesem Gesichtspunkte aus ist das Bändchen bearbeitet worden und es kann für diesen Zweck als sehr geeignet bezeichnet und empfohlen werden. Wieselsberger.

E. Niemann, Funkentelegraphie für Flugzeuge. XIX u. 401 S. Mit 343 Abbildungen im Text. Berlin, Richard Carl Schmidt u. Co. 1921. Hlwbd. M. 120.—.

Das Buch gibt eine Zusammenfassung der von der Funkentelegraphie-Versuchsabteilung der Flugzeugmeisterei des Flugwesens während des Krieges gemachten Versuche und Erfahrungen. Es dürfte seinen Leserkreis hauptsächlich, vielleicht ausschließlich, bei Flugzeugtechnikern finden. Das mitgeteilte Zahlenmaterial ist teilweise interessant. Es sind mir verhältnismäßig zahlreiche Versehen und Irrtümer aufgefallen.

Tank.

Vorlesungsverzeichnis für das Sommersemester 1922.

Universität Berlin. **Rubens**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 5, Mathematische Ergänzungen, 1 *g*; Kolloquium, ½ *g*; Physikalisches Kolloquium (mit v. Laue), 2 *g*; Physikalische Forschungsarbeiten (mit Wehnelt und Pringsheim), tägl. — **Planck**: Mechanik deformierbarer Körper, 4. — **v. Laue**: Mathematisch-physikalische Übungen, 1 *g*; Physikalisches Proseminar (mit Einstein und Westphal), 1½. — **Wehnelt**: Praktische Übungen für Anfänger II: Elektrizität und Magnetismus, 7, Mathematische Ergänzungen, 1 *g*; Physikalisches Praktikum für Fortgeschrittene (mit Pringsheim), 8, für Pharmazeuten, 3; Praktikum zur Erlangung von Handfertigkeit für das physikalische Arbeiten, 3. — **Blasius**: Praktische Übungen für Anfänger I: Mechanik, Schall, Wärme und Licht, 7, Übungen, 1 *g*, für Fortgeschrittene, 7. — **Einstein**: Relativitätstheorie, 2. —

Gehreke: Elemente der höheren Mathematik: Einführung in die Differential- und Integralrechnung, unter besonderer Rücksicht auf die Anwendungen in den Naturwissenschaften, 2. — **Warburg**: Elektrische Leitung in Metallen; Elektrolyten und Gasen, 2. — **Hettner**: Theoretische Optik, 4. — **Byk**: Quantentheorie der Gase und Flüssigkeiten, 1. — **Pringsheim**: Röntgenstrahlen und die Struktur der Kristalle, 2. — **Henning**: Einführung in die Thermodynamik, 2. — **Kiebitz**: Elektrische Schwingungen und ihre Anwendungen in der drahtlosen Telegraphie, 1. — **Krigar-Menzel**: Verschiedene Gebiete der theoretischen Physik, 4. — **E. Meyer**: Ausgewählte Kapitel der technischen Mechanik, 4, Übungen, 2. — **Martens**: Anleitung zu selbständiger physikalischer Arbeit, tägl. *g.* — **Hellmann**: Theoretische Meteorologie, 1: Meteorologisches Praktikum, 2, für Vorgerücktere, 1. — **Less**: Allgemeine Klima- und Wetterkunde, 1; Über die jeweiligen Witterungsvorgänge, 1 *g.* — **Schmidt**: Erdmagnetismus mit praktischen Übungen, 2. — **Hergesell**: Theorie und Praxis der aerologischen Instrumente, insbesondere bei der Verwendung im Flugzeug nebst Übungen und Vorführungen, 1 *g.* — **Marcuse**: Luftschiffahrt in allgemeiner Darstellung ihrer wissenschaftlichen und technischen Grundlagen, mit Lichtbildern, 1 *g.* —

Schlenk: Allgemeine Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5, II: Organische Chemie, 5; Praktische Übungen im Chemischen Institut (mit Traube, Leuchs, Tiede, Helferich, Meyer und Schmidt), tägl. — **Nernst**: Physikalisch-chemisches Kolloquium (mit Riesenfeld), 2 *g*; Praktische Übungen und Arbeiten im Physikalisch-chemischen Institut (mit Riesenfeld): a) anorganisch-chemisches Praktikum (mit Marckwald), tägl., b) Physiko-chemische Übungen, 7, c) Physiko-chemische Arbeiten, tägl. — **Fock**: Naturphilosophie vom Standpunkte der exakten Forschung, 1; Grundzüge der physikalischen Chemie, 1. — **Riesenfeld**: Elektrochemie, mit besonderer Berücksichtigung der technischen Anwendungen, 2. — **Eggert**: Photochemie, 1. — **Marckwald**: Anorganische Experimentalchemie, 5. — **Paneth**: Spezielle anorganische Chemie, 3. — **Spiegel**: Anorganische Chemie, mit Experimenten und Demonstrationen, 3. — **Leuchs**: Organische Chemie II: Benzolderivate, 1. — **Pschorr**: Organische Experimentalchemie II: Zyklische Verbindungen, 4; Organisches Praktikum, tägl. — **Traube**: Qualitative Analyse, 1½. — **Rosenmund**: Qualitative chemische Analyse, 1; Gewichts- und Maßanalyse, 1; Kolloquium über anorganische Chemie, 1. — **F. Meyer**: Grundlage der anorganischen Chemie als Ergänzung zum Praktikum, 1 *g.* — **Koppel**: Ausgewählte Kapitel der anorganischen Chemie, 1 *g.* — **Stock**: Kolloquium über anorganisch-chemische Tagesfragen, 1; Chemisch-wissenschaftliche Arbeiten im Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie, tägl. — **Tiede**: Einführung in die Arbeitsmethoden der anorganischen Chemie, 1. — **Schmidt**: Theoretische Ergänzungen zum organisch-chemischen Praktikum, 1. — **Houben**: Die Methoden der organischen Chemie, 1; Anleitung zur Ausführung selbständiger Experimentaluntersuchungen, tägl. — **Schrauth**: Chemie und Technologie der Fette und Öle, 1. — **Pringsheim**: Einführung in die physiologische Chemie II: Eiweißstoffe und Fette, 1. — **Jacobson**: Besprechung chemischer Tagesfragen, 1. — **Grolmann**: Besprechung chemisch-technischer und wirtschaftlicher Tagesfragen mit Exkursionen, 1½; Fremdsprachige Übungen für Chemiker, 1. — **Lockemann**: Bedeutende Chemiker, ihr Leben und Wirken, 2; Praktische Arbeiten im Laboratorium der chemischen Abteilung, tägl. — **N. N.**: Chemisches Praktikum, tägl. — **Gabriel**: Praktische Übungen im Chemischen Institut, tägl. — **Rosenheim**: Anorganisch-chemisches Praktikum, tägl.; Übungen in der Experimentalchemie, 4. — **Haber**: Arbeiten im Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie, tägl. — **Beckmann**: Chemische Untersuchungen im Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie, tägl. — **Hahn**: Anorganisch-radioaktive Untersuchungen im Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie, tägl. — **Neuberg**: Organisch-chemische Arbeiten, tägl.; Arbeiten auf dem Gebiete der Biochemie, tägl. — **Thoms**: Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie mit Experimenten, 4; Praktische Übungen und Arbeiten in angewandter Chemie im Pharmazeutischen Institut (mit Rosenmund), tägl. — **Anselmino**: Arzneimittelgesetzgebung, nach Vereinbarung. —

Erhard Schmidt: Einführung in die höhere Mathematik, 5, Übungen, 2; Funktionentheorie II, 4, Übungen, 2; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Bieberbach**: Analytische Geometrie, 4, Übungen, nach Vereinbarung; Konforme Abbildung und Uniformierung, 4; Mathematisches Seminar: Vorträge über aktuelle Probleme der mathematischen Forschung, 14tägig, 2 *g.* — **Schur**: Theorie der Determinanten, 4, Übungen, 2; Algebra II, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **N. N.**: Integralrechnung, 5, Übungen, 2. — **Szegö**: Einführung in die Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen, 4, Übungen, 2; Mathematisches Proseminar, 14tägig, 2 *g.* — **Hamburger**: Projektive Geometrie in analytischer und synthetischer Behandlung, 4, Übungen, 2. — **v. Mises**: Wahrscheinlichkeitsrechnung mit Anwendungen in der Physik, 4; Einführung in die Flugtechnik, mit Lichtbildern, 2 *g*; Mathematisches Praktikum für Anfänger I: Numerisches und instrumentelles Rechnen, 3; Seminar für angewandte Mathematik: Randwertprobleme, 2 *g.* — **Guthnick**: Sphärische Astronomie II, nach Vereinbarung; Spektralanalyse der Gestirne, 2. — **Witt**: Theorie der Finsternisse, 2; Übungen an den Instrumenten der Übungssternwarte, 6 *g.* — **Cohn**: Bahnbestimmung der Himmelskörper, 4, Übungen, 2 *g*: Ausgewählte Kapitel aus der Himmelsmechanik, nach Vereinbarung, *g.* — **Kohlschütter**: Astrophysikalische Beobachtungsmethoden, 1; Astronomisches Kolloquium (mit Guthnick), 1 *g.* — **Marcuse**: Allgemeine Himmelskunde, mit Lichtbildern und gelegentlichen Fernrohrbeobachtungen, 1½. —

Universität Breslau. **Lummer**: Experimentalphysik II: Elektrizität, Magnetismus, Optik, 5; Physikalisches Praktikum, für Fortgeschrittene (mit Waetzmann, Ladenburg und Buchwald), tägl., für Naturwissenschaftler, 3 oder 6, für Mediziner (mit Waetzmann und Ladenburg), 3, für Pharmazeuten (mit Waetzmann und Buchwald), 3; Physikalisches Kolloquium (mit Waetzmann, Reiche und Ladenburg), 2 *g.* — **Waetzmann**: Mathematische Ergänzungen zur großen Experimentalvorlesung, 2; Physikalisches Praktikum, für Anfänger, 15, für Geübtere, tägl. — **Reiche**: Theorie der Elektrizität II: Optik, 5, Seminar, 1 *g*; Elektronentheorie, 2. — **Ladenburg**: Vektorrechnung und ihre Anwendungen in der Physik, 2; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 9, für Geübtere, ganztägig. — **Buchwald**: Ausgewählte Kapitel der Quantentheorie, 2. — **Jüttner**: Allgemeine Relativitätstheorie, 2. —

Biltz: Unorganische Experimentalchemie, 6; Chemisches Praktikum, organische Abteilung, ganztägig, unorganische Abteilung (mit Meyer), tägl. außer Sonnabend, für Mediziner (mit Meyer und Arndt), 4; Chemisches Referat, für Vorgeschrittene, (mit Herz, Meyer, Arndt und Koenigs), 14tägig, 2. — **Meyer**: Spezielle analytische Chemie, 2; Über Isomerie, 1. — **Herz**: Physikalische Chemie II; Thermochemie, Chemische Verwandtschaftslehre und Affinität, 2. Ergänzungen I und II, 1 *g*; Ausführung physiko-chemischer Messungen, 3; Physikalisch-chemisches Kolloquium (mit Meyer), 1 *g.* — **Arndt**: Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der Nichtmetalle, 1; Ausgewählte Kapitel aus der aliphatischen Chemie, insbesondere Cyanchemie, 1; Besprechung des Anfängerpraktikums, 2; Gasanalytisches Praktikum, 2. — **Koenigs**: Benzolderivate, 2. — **Rupp**: Pharmazeutische Chemie, 4; Chemische Übungen im pharmazeutischen Institut, 6; Pharmazeutisch-wissenschaftliches Kolloquium, 1 *g.* —

Schur: Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 2; Differentialrechnung, 4; Projektive Geometrie des Raumes, 3. — **Kneser**: Funktionentheorie, 4, Übungen, 2; Analytische Zahlentheorie, 3, Übungen, 1 *g.* —

Koschmieder: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Bestimmte Integrale, 2. — **Wilkens**: Astronomisches Praktikum, tägl.; Astronomisches Kolloquium, 14tägig, 2; Ausgewählte Kapitel der Himmelsmechanik, 3. Übungen, 1 g. —

Technische Hochschule Dresden. **Hallwachs**: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum I, 6 oder 3. II, einschließlich Laboratoriumstechnik, für Fortgeschrittene, 9; Praktikum für größere physikalische Arbeiten, tägl. außer Sonnabend, — **Toepler**: Theoretische Physik III: Elektrizität und Magnetismus, 4, Übungen, 1; Wärmestrahlung V, 1. — **Dember**: Radioaktivität, 1. — **Luther**: Besprechung neuerer Arbeiten auf dem Gebiete der photographischen Photochemie, 1; Photographisches Praktikum für Anfänger: Positiv- und Negativprozesse, Vergrößern und Projizieren, Arbeiten mit orthochromatischen Platten, Exkursionen, 4 und 8, für Vorgeschrittene: Sensitometrie, Farbenphotographie, Filter- und Plattenguß, Spektro-, Mikro- und Röntgenphotographie, sonstige Sonderverfahren, 4, 8 und 12; Selbständige Arbeiten, ganz- und halbtägig; Kolloquium über Sensitometrie (mit Goldberg), 1 g. —

Foerster: Experimentalchemie, 6; Anorganisch-chemisches Praktikum: Qualitative Analyse, 6, Quantitative Analyse, technische Titriermethoden, Gasanalyse, tägl. außer Sonnabend. — **Heiduschka**: Chemie und Technologie der Lebensmittel II: Pflanzliche Lebensmittel und Gärungsgewerbe, 2; Gerichtliche Chemie, 1; Lebensmittelchemisches Praktikum, einschließlich gärungs-chemischer, gerichtlich-chemischer und physiologisch-chemischer Arbeiten, tägl. außer Sonnabend; Praktikum für Nahrungsmittelchemiker, tägl. außer Sonnabend. — **König**: Chemie und Technologie der aromatischen Verbindungen II: Organische Farbstoffe, 4; Praktikum für Farbenchemie, 8; Praktikum für Farbenchemie bzw. Färbereitechnik, tägl. außer Sonnabend; Praktikum für größere Arbeiten auf dem Gebiete der Farbenchemie bzw. Färbereitechnik, tägl. außer Sonnabend. — **Müller**: Physikalische Chemie I, 3; Praktische Elektrochemie, halbtägig; Praktikum für größere Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrochemie und physikalischen Chemie, tägl. außer Sonnabend. — **Scholl**: Chemie der Benzolderivate, 2; Organisch-chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend. — **Dietz**: Die chemische Technologie der Mörtel und Zemente, 1; Die chemische Technologie des Glases, 1. — **Lottermoser**: Die Kolloide in der Technik, 1; Analytische Chemie auf Grundlage der Ionentheorie und des Massenwirkungsgesetzes in elementarer Darstellung, 1; Kolloidchemisches Praktikum, 8; Kolloquium über allgemeine Fragen der Elektrochemie, 1. — **Schmidt**: Arzneimittelsynthese I, 1. — **Steinkopf**: Organisch-technische Chemie I, 2. —

Lagally: Differential- und Integralrechnung, 4; Potentialtheorie II: Kugelfunktionen, 2; Mathematische Behandlung technischer Fragen, 2; Mathematisches Seminar, 1 g. — **Ludwig**: Darstellende Geometrie II, 2, Übungen, 3; Perspektive, mit Übungen, 1; Einführung in die höhere Algebra, 3; Flächen II. Grades und Raumkurven III. Ordnung, 2; Mathematisches Seminar (über höhere Geometrie), 1 g. — **Wieghardt**: Mathematische Elastizitätstheorie, 2. — **Kowalewski**: Höhere Mathematik II. Übungen, 2; Mengenlehre, 2; Mathematisches Seminar, 1 g. — **Böhmer**: Invaliditätsversicherung, 2; Anwendungen der Gammafunktion in Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Versicherungsmathematik, 2; Numerisches Rechnen, Kolloquium für Versicherungstechniker, 2 g; Übungen zur Versichtrungsmathematik, 2. — **Naetsch**: Analytische Geometrie I, 3; Elementare Algebra und Analysis, 2; Proseminar; Übungen zur Differential- und Integralrechnung, 14tägig, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Flächentheorie, 1. —

Technische Hochschule Hannover. **Precht**: Experimentalphysik, 4; Arbeiten im Laboratorium der Physik, 8. — **N. N.**: Photographie, 2, Übungen, 4; Hochfrequenzphysik, nach Vereinbarung. —

Behrend: Grundzüge der organischen Chemie, 3; Arbeiten im Laboratorium der organischen Chemie, tägl. außer Sonnabend. — **Bodenstein**: Angewandte Elektrochemie, 3; Elektrochemische Übungen für Elektrotechniker, 4; Arbeiten im elektrochemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Physikalisch-chemische und elektrochemische Übungen, tägl. außer Sonnabend. — **Biltz**: Anorganische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium der anorganischen Chemie, tägl. außer Sonnabend. — **N. N.**: Zuckerindustrie und Gärungsgewerbe, 3; Farbstoffe und Färberei, 2; Arbeiten im Laboratorium für technische Chemie, tägl. außer Sonnabend. — **Eschweiler**: Maßanalyse, 2. —

Müller: Höhere Mathematik II, 5, Übungen, 2; Ausgewählte Probleme der Elastizitätstheorie, 2. — **Salkowski**: Grundzüge der höheren Mathematik, 6, Übungen, 2; Perspektive, nach Vereinbarung; Kinematische Geometrie, nach Vereinbarung; Projektive Geometrie, nach Vereinbarung; Seminar für Mathematik und Mechanik, nach Vereinbarung. — **N. N.**: Höhere Mathematik I A, 5, Übungen, 2, III A, 3, Übungen, 1. — **N. N.**: Darstellende Geometrie II, 2, Übungen, 2, I A, 3, Übungen, 6; Praktische Mathematik, nach Vereinbarung; Mathematisches Praktikum, nach Vereinbarung. — **Kiepert**: Ausgewählte Kapitel der Mathematik: Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes. — **N. N.**: Algebraische Analysis und Trigonometrie. — **Doetsch**: Grundzüge der darstellenden Geometrie; Funktionentheorie II; Wahrscheinlichkeitsrechnung und Versicherungsmathematik. —

Universität Heidelberg. **Lenard**: Experimentalphysik: Optik, Elektrizität und Magnetismus, 4; Physikalisches Praktikum (mit Becker), 6; Physikalisches Seminar, 1 g; Wissenschaftliche Arbeiten Fortgeschrittener im physikalischen und radiologischen Institut (mit Becker), tägl. außer Sonnabend. — **Becker**: Theoretische Optik, 3; Besprechung theoretisch-physikalischer Fragen, 1½; Radiologie; Radioaktivität, 2. —

Curtius: Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5; Chemisches Praktikum für Anfänger und für Geübtere in anorganischer, organischer, physikalischer, analytischer und pharmazeutischer Chemie (mit Trautz, Stollé, Müller, Wilke u. v. Mayer), tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, 4. — **Bernthsen**: Chemische Technologie der Teerfarbstoffe, 2. — **Trautz**: Physikalische Chemie: Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse, Photochemie, 3; Neuere Arbeitsgebiete der anorganischen Chemie vom physikalisch-chemischen Gesichtspunkt: Komplexverbindungen und Koordinationslehre, Edelgase, seltene Elemente und Erden, Metallographie und Silikatchemie, mit Versuchen und Besprechungen, 3; Physikalisch-chemisches Kolloquium, 2; Praktische Einführung in die physikalische und Elektrochemie, 4—6 Wochen. — **Stollé**: Chemie der aromatischen Verbindungen, 3; Pharmazeutische Chemie I: anorganisch, 2; Analytische Methoden der organischen Chemie, 1. — **Mohr**: Stereochemie, 1. — **Müller**: Quantitative Analyse, 1; Titrieranalyse, 1; Gasanalyse und Gasvolumetrie, 1; Praktische Übungen in der Gasanalyse und Gasvolumetrie, 3. — **Wilke**: Praktische Übungen in der Kolloidchemie, 4. — **v. Mayer**: Praktische Einführung in die Nahrungsmittelchemie. — **Krafft**: Praktisch-chemische Übungen und Arbeiten im Laboratorium, tägl. außer Sonnabend. —

Perron: Partielle Differentialgleichungen, 4; Theorie der algebraischen Funktionen und Abelschen Integrale, 4; Mathematisches Oberseminar (mit Liebmann), 2; Mathematisches Unterseminar, 1. — **Liebmann**: Differential- und Integralrechnung I, 4; Vektorenrechnung, 2; Mathematisches Unterseminar, 1. — **Koehler**: Analytische Geometrie der kubischen Kegelschnitte: Raumkurven 3. Ordnung, 2. — **N. N.**: Graphische Statik, 4, Übungen, 3. — **Bopp**: Geschichte der Mathematik, Übersicht über das Gesamtgebiet, 3; Einführung in die Mengenlehre, 1. — **Sternberg**: Potentialtheorie und Randwertaufgaben der theoretischen Physik, 3. — **Wolf**: Elemente der Astronomie: Fixsterne, 2 g. — **Kopff**: Einführung in die Relativitätstheorie, 2. — **Vogt**: Erdbeben, 1. —

Universität Innsbruck. **Schweidler**: Experimentalphysik II, 4; Physikalische Methoden (Fortsetzung), 1; Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten, 6; Wissenschaftliche Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl, g. — **Lerch**: Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Thermodynamik, kinetischen Gastheorie, Thermochemie und Elektrochemie, 5. — **Hammerl**: Elektrotechnik II, 2 g. — **Defant**: Klimatologie, 3; Barometrische Höhenmessung, 2. — **Scheller**: Stellarastronomie II (Fortsetzung), 3; Übungen im astronomischen Beobachten, 2. — **Tumlirz**: Theoretische Mechanik II, 5; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 2 g. —

Brunner: Pharmazeutische Chemie, 5; Praktische Übungen, tägl. außer Sonnabend. — **Zehenter**: Allgemeine Chemie II; Organische Chemie, 5; Chemische Technologie der organischen Stoffe II, 2. — **Baumann**: Ausgewählte Kapitel der technischen Chemie, für Vorgeschrittenere (Fortsetzung), 2 g. —

Gmeiner: Differential- und Integralrechnung (Fortsetzung), 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2 g. — **Zindler**: Anwendungen der Infinitesimalrechnung auf Geometrie (Fortsetzung), 2; Theorie der mehrfachen Gebiete, 3, Übungen, 1 g; Übungen zur Differentialgeometrie, 1. — **Menger**: Einführung in die projektive Geometrie (Fortsetzung), 2 g. —

Universität Kiel. **Dieterici**: Experimentalphysik II; Optik, Elektrizität, Magnetismus, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 8 und 4, für Doktoranden (mit Kossel), tägl. — **Kossel**: Mechanik, 4; Ausgewählte Kapitel aus der Atomphysik, 1 g. — **Schlick**: Philosophische Analysis der Relativitätslehre (mit Scholz), 4. — **Zahn**: Ergänzungen zur Experimentalphysik; Vorführung und Besprechung ausgewählter Versuche, 2. — **Martienssen**: Mechanische und elektrische Schwingungen und ihre technischen Anwendungen, 2; Physikalische Übungen. — **Schmidt**: Kinetische Gastheorie, 1. —

Diels: Anorganische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum I, anorganische Abteilung (mit Mumm), tägl. außer Sonnabend, II, organische Abteilung (mit Skita), tägl., für Mediziner (mit Feist), 4; Kolloquium über neuere chemische Arbeiten (mit Feist, Mumm, Preuner und Skita), 1½ g. — **Mumm**: Analytische Chemie, 2. — **Skita**: Chemie der Teerfarbstoffe, 2; Färbereichemisches Praktikum, 2. — **Feist**: Moderne Eisengroßindustrie, 1; Allgemeine Warenkunde, organischer Teil, 2; Kurze Übersicht über die anorganische und organische Chemie, 1. — **Preuner**: Physikalisch-chemische Arbeitsmethoden; Erläuterungen zum physikalisch-chemischen Praktikum, 2; Physikalisch-chemisches Praktikum, 14tägiger Kursus. — **Stoehr**: Über Alkaloide, 1. — **Horrmann**: Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, 3; Synthetische Arzneimittel, 1 g; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum tägl. außer Sonnabend. —

N. N.: Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 2. — **Steinitz**: Zahlentheorie, 4, Übungen, 2; Mengenlehre, 3; Seminar für Fortgeschrittene, 14tägig, 2 g. — **Toeplitz**: Funktionentheorie, 4, Übungen, 2; Seminar für Fortgeschrittene, 14tägig, 2 g. — **Neugebauer**: Graphische Statik, 3, Übungen, 2; Mathematik des Geld- und Zahlungsverkehrs, 1; Vorträge und Übungen aus der angewandten Mathematik, 14tägig, 2 g. — **Harzer**: Theorie der Bahnbestimmungen, 3, Übungen, 1 g. — **Kobold**: Höhere Geodäsie, 2; Geodätische Übungen, 2 g. — **Wirtz**: Theorie der astronomischen Meßinstrumente; Praktische Astronomie, 3; Geschichte der antiken griechischen Astronomie, 1 g. —

Universität Köln. **Rinkel**: Allgemeine Maschinenlehre, 2; Elektromagnetische Schwingungen, drahtlose Telegraphie und Telephonie, 2; Kleines Physikalisches Praktikum, 8; Großes Physikalisches Praktikum, für Fortgeschrittene und Forschungsarbeiten, tägl. —

Darapsky: Anorganische Experimentalchemie, 4; Chemische Technologie II, 2; Kolloquium über organische Chemie, 2; Großes chemisches Praktikum und Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Untersuchungen (mit Kesseler), tägl. außer Sonnabend; Kleines chemisches Praktikum (mit Kesseler), 5. — **Kesseler**: Allgemeine Warenkunde II, 2 g; Chemisch-technologisches Seminar, 14tägig, 2; Färberei-chemisches Praktikum, 3. — **Schrader**: Brennstofforschung und Brennstofftechnik, 14tägig, 2 g. —

Fischer: Funktionentheorie; Analytische Funktionen einer komplexen Variablen, 5; Theorie der Gleichung fünften Grades, 1; Mathematisches Seminar, 2 g. — **Finsler**: Analytische Geometrie I, 3, Übungen, 1; Differentialgleichungen I, 2. — **Druxes**: Differential- und Integralrechnung, 3, Übungen, 1; Politische Arithmetik; Zinseszinsrechnung, Anleihen, Kurs- und Rentabilitätsberechnungen, Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, 2. —

Universität Marburg. **Schaefer**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Hydrodynamik des Fluges, 1; Physikalisches Kolloquium, 2 g; Übungen im Physikalischen Laboratorium für Fortgeschrittene: Leitung wissenschaftlicher Arbeiten (mit Schulze, Take und Stuchtey), tägl.; Physikalisches Praktikum für Mediziner (mit Schulze, Take und Stuchtey), 6 (mit Take), 3. — **Schulze**: Theorie der Wärme, 4; Theoretisch-physikalisches Seminar, 2 g. — **Feussner**: Geometrische Optik, 2. — **Stuchtey**: Übungen in Handfertigkeit, im Experimentieren und im Experimentalvortrag für zukünftige Oberlehrer, 4. — **Take**: Interferenz, Beugung, Polarisation und Kristalloptik, mit Versuchen, 2; Physikalische Technologie II: Elektrotechnik, mit Versuchen, 2. —

v. Auwers: Anorganische Experimentalchemie, 5; Chemisches Kolloquium, 14tägig, 2 g; Chemisches Praktikum (mit Strecker), tägl.; Chemische Übungen für Mediziner (mit Strecker), tägl. außer Sonnabend; Praktisch-chemischer Kursus für Mediziner (mit Strecker), 4. — **Gadamer**: Anorganische Experimental-Chemie, mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, 5; Qualitative Analyse, 1 g; Prüfung der Arzneimittel, 1 g; Chemisches Praktikum für Fortgeschrittene, tägl.; Kleines chemisches Praktikum für Fortgeschrittene, 6. — **Strecker**: Gewichtsanalyse, 2; Element und Atom, 1 g; Titrieranalyse, 1; Chemisches Repetitorium für Mediziner, 2; Gasanalytisches Praktikum, 3. — **Reissert**: Chemie der organischen Farbstoffe, 2. — **Dieterle**: Ausgewählte Kapitel aus der Nahrungsmittelchemie, 2; Übungen für Mikroelementaranalyse, 2. — **Krollpfeiffer**: Chemische Technologie II: Technologie der wichtigsten organischen Produkte, 2, für Juristen und Nationalökonomen, 1. — **Thiel**: Physikalische Chemie I, 3; Chemische Mechanik; Reaktionsgeschwindigkeit und Gleichgewicht, 1; Theorie der Lösungen, 1; Physikochemisches Kolloquium, 14tägig, 2 g; Physikochemisches Praktikum, 6; Kleines physikochemisches Praktikum, 3; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen, tägl. —

Hensel: Differentialrechnung, 4; Elementare Algebra, 3; Mathematisches Proseminar; Theorie der Kegelschnitte und der Oberflächen zweiter Ordnung, 1 g. — **Fraenkel**: Theorie der Kurven und Flächen, 3; Arithmetische und analytische Eigenschaften der p-adischen und g-adischen Zahlen, 2; Das Wesen der Mathematik, 1 g. — **Neumann**: Potentialtheorie, 4; Proseminar über gewöhnliche Differentialgleichungen, 2; Mathematisches Seminar; Über Variationsrechnung, 2. — **v. Dalwigk**: Darstellende Geometrie, mit Übungen, 3; Geodäsie, mit Übungen, 2. —

Universität München. Wien: Experimentalphysik I: Mechanik, Schallehre, Wärme, 5; Praktische Übungen (mit Wagner), 4 oder 8; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, tägl. — **Sommerfeld**: Optik, 4; Übungen, 2; Elektrooptik und Magnetooptik, 2; Seminar, 2 g. — **Graetz**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Optik, 5; Physikalisches Praktikum: a) Übungen in physikalischen Messungen, 4, b) Übungen in physikalischen Demonstrationen, 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten aus der Physik, nach Vereinbarung. — **Schmauss**: Die Grundlagen der Wettervorhersage, mit Übungen an der Wetterkarte, 2; Die Bedeutung der Alpen für die Klima der

schwäbisch-bayerischen Hochebene, 2; Meteorologisches Seminar, 1 g. — **Wagner**: Die neueren Theorien über den Bau der Atome, 1. — **Donle**: Einführung in die theoretische Elektrizitätslehre, 2 g. — **Herzfeld**: Mathematische Einführung in die physikalische Chemie, 3; Magnetismus, 2; Nernstsches Wärmetheorem, 2. — **Kratzer**: Vektoranalysis mit Anwendungen, 3; Theorie der Wärmestrahlung, 2. —

Paul: Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Lebensmittelchemie I, 2; Pharmazeutisch-chemische Präparatenkunde; Anorganische Präparate, 3; Chemisches Praktikum: Praktische Übungen einschließlich physikalisch-chemische, elektrochemische und lebensmittelchemische Arbeiten, tägl. außer Sonnabend; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum: Praktische Übungen einschließlich der Übungen in den für den Apotheker wichtigen Sterilisationsverfahren, tägl.; Übungen (Fortbildungskursus) für praktische Apotheker, nach Vereinbarung. — **Willstätter**: Experimentalchemie I, 5; Praktische Arbeiten im Chemischen Laboratorium: a) anorganische Abteilung (mit Hönigschmid, Prandtl und Vanino), tägl. außer Sonnabend, b) organische Abteilung (mit Pummerer und Dieckmann), tägl., c) physikalisch-chemische Abteilung (mit Fajans), tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Vanino), 4 oder 8; Arbeiten im Chemischen Laboratorium für fortgeschrittenere Mediziner, halb- oder ganztägig; Physikalisch-chemisches Praktikum (mit Fajans), $1/2$ oder 1 Tag. — **Hönigschmid**: Analytische Chemie II, 3; Elektrolytisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend; Kolloquium für physikalische und anorganische Chemie (mit Prandtl, Fajans und Herzfeld), $1\,1/2$ g. — **Prandtl**: Spezielle anorganische Experimentalchemie II (5.—8. Gruppe des periodischen Systems), 4; Praktikum für Gasanalyse, 4. — **Pummerer**: Teerfarbstoffe und ihre Anwendungen, 3. — **Dieckmann**: Chemie der Alkaloide, 1. — **Fajans**: Elementare Einführung in die physikalische Chemie und deren Anwendungen, 1; Kolloidchemie, 1; Physikalisch-chemische Rechenübungen, 1. — **Kalb**: Chemische Technologie, mit Exkursionen, II; Schwermetalle, 2; Färbereipraktikum mit Kolloquium und Exkursionen, 4. — **Bleyer**: Anleitung zu selbständigen biochemischen Arbeiten, für Vorgeschrittene, tägl. außer Sonnabend g. — **Lecher**: Heterozyklische Verbindungen, 2. —

Lindemann: Analytische Geometrie des Raumes, 5; Theorie der elliptischen Funktionen, 5; Übungen und Vorträge im mathematischen Seminar, $1\,1/2$ g. — **Voss**: Differentialrechnung, 4; Analytische Mechanik II, 3; Seminarübungen, nach Vereinbarung. — **Pringsheim**: Integralrechnung, 5, Übungen, 2 g; Geometrische Ergänzungen zur Differentialrechnung, 2. — **Brunn**✓ Ausgewählte Kapitel aus der Theorie der Eigebilde oder konvexen Gestalten, 1. — **Hartogs**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 3. — **Dingler**: Übungen zur Differentialgeometrie der ebenen Kurven, 2; Einführung in die höhere Mathematik mit philosophischen Ausblicken, 4; Kolloquium zur Philosophie und Geschichte der exakten Wissenschaften und der Mathematik (Hume, Untersuchung über den menschlichen Verstand usw.), $1\,1/2$. — **Rosenthal**: Analytische Geometrie der Ebene, 5, Übungen, 1; Ausgewählte Fragen aus der Theorie der reellen Funktionen, 1. — **Böhm**: Partielle Differentialgleichungen, 3; Wahrscheinlichkeitsrechnung, mit Anwendungen auf die mathematische Statistik, 3; Versicherungswissenschaftliche Übungen, 2 g. — **v. Seeliger**: Einzelne Kapitel des Problems der 3 Körper, 2 g. — **Grossmann**: Ortsbestimmung der Gestirne, 2; Übungen an den Instrumenten der Sternwarte (mit Kienle). — **Zinner**: Die Beobachtung der Helligkeiten der Sterne und ihre Ergebnisse, 1. — **Kienle**: Doppelsterne und mehrfache Sternsysteme, 2; Probleme der modernen Astronomie, 1. —

Technische Hochschule München. **Zenneck**: Experimentalphysik II: Elektrizitätslehre, Elektrooptik, 4; Physikalisches Praktikum, 4 oder 8; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, nach Vereinbarung. — **Karl T. Fischer**: Grundzüge der Physik II: Optik, Elektrizität und Magnetismus, Elektrooptik, 3; Schwingungen und Wellenlehre aus dem Gesamtgebiete der Physik, 3; Feinmessungen und Feinmeßwerkzeuge als Hilfsmittel der Normalisierung, 1; Praktisch-physikalische Übungen: Aufbau und Handhabung von Apparaten, 4; Einführung in die wissenschaftlichen Methoden der Physik, 8. — **v. Angerer**: Technische Kunstgriffe für physikalische Experimente, 1. — **Knoblauch**: Technische Meßmethoden, 2, Praktikum, 2; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Physik, 8. — **Emden**: Grundzüge der Relativitätstheorie, 3. — **Dieckmann**: Hochfrequenzmeßtechnik, 2; Praktikum, 4. — **N. N.**: Praktikum im Mechanisch-technischen Laboratorium, 2. —

Manchot: Allgemeine Experimentalchemie einschließlich der Grundzüge der organischen Chemie, 5; Anorganisches und analytisch-chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgerücktere, tägl. außer Sonnabend; Anleitung zu selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten im Anorganischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend. — **Hans Fischer**: Allgemeine organische Chemie: Fettreihe, 5; Organisch-chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie, tägl. außer Sonnabend. — **Albert**: Chemisch-technische Analyse: Ausgewählte Kapitel, 1. — **Rohde**: Die Hauptgruppen der heterozyklischen Verbindungen I, 2. — **Hofer**: Analytische Chemie der Metalle und Metalloide nebst Gewichts- und Maßanalyse I, 4; Elektrochemie II: Die elektrochemischen Prozesse, 2; Praktikum im Elektrochemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrochemie und der physikalischen Chemie, tägl. außer Sonnabend; Praktikum in der technischen Gasanalyse, 3. — **Schultz**: Chemische Technologie V, 4; Praktikum im Chemisch-technischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Chemie, tägl. außer Sonnabend; Chemisch-technische Übungen (mit Brass), 4; Chemisches Praktikum, 3. — **Brass**: Zwischenprodukte der Fabrikation von Teerfarbstoffen, 1. — **N. N.**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Gärungschemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend. — Anleitung zu selbständigen Arbeiten im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl.; Grundzüge der organischen Chemie, 4. — **Lüers**: Allgemeine Kolloidchemie II, 2. —

Faber: Höhere Mathematik II, 6, Übungen, 2; Besprechung ausgewählter Fragen der höheren Analysis, 2. — **v. Dyck**: Höhere Mathematik IV, 2, Übungen, 2; Elementare und konstruktive Analysis und Algebra, mit Übungen, 4; Mathematisches Seminar (Kolloquium) (mit Faber), 2. — **Doehlemann**: Grundzüge der höheren Mathematik II, 4, Übungen, 2; Theorie der geometrischen Konstruktionen, 4, Übungen, 1; Perspektive, 4, Übungen, 4. — **Finsterwalder**: Differentialgeometrie, 4; Photogrammetrie, 3; Darstellende Geometrie II, 4, Übungen, 4. — **v. Gruber**: Stereophotogrammetrie und photogrammetrische Übungen, 1, Übungen, 1; Ausgleichungsrechnung: Methode der kleinsten Quadrate, 2, Übungen, 1. — **Schmidt**: Vermessungskunde II, Praktikum II, 4 und 8; Hauptvermessungsübungen, 2 Wochen. — **Schlötzer**: Grundzüge der Fehlerausgleichung, 1, Übungen, 2. — **N. N.**: Technische Mechanik I, 4, IV, 3. —

Universität Rostock. **N. N.**: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Physikalische Übungen (mit Falckenberg), 8; Physikalisches Seminar (mit Stern), 1; Wissenschaftliche Arbeiten, tägl. — **Stern**: Theoretische Optik, 4; Seminar über Fragen aus der Physik der Fixsterne, 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, halbtägig. — **Kümmell**: Einführung in die Aerologie, 2; Meteorologische und aerologische Übungen, 3. — **Falckenberg**: Praktikum für angewandte Physik verbunden mit Handfertigkeitsunterricht, 4. —

Walden: Anorganische Experimentalchemie, 5; Wissenschaftliche Grundlagen der analytischen Chemie I;

Großes chemisches Praktikum: Analytische und anorganisch-präparative Arbeiten, tägl. außer Sonnabend; Kleines chemisches Praktikum, halbtägig; Wissenschaftliche Experimentalarbeiten, tägl. außer Sonnabend; Übungen für Mediziner (mit Stoermer), 3. — **Stoermer**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 3; Chemie der Kohlehydrate, 1; Gerichtlich-toxikologische Chemie, 2; Übungen in der organischen Abteilung: a) Großes chemisches Praktikum, b) Leitung wissenschaftlicher Arbeiten, tägl.; Übungen in gerichtlich-chemischer Analyse, 2 Vormittage. —

Staude: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Zahlentheorie, 2; Mathematisches Seminar, 2. — **Pohlhausen**: Darstellende Geometrie, 4; Funktionentheoretische Übungen, 2; Stabilität der Flugzeuge: Einführung in die Lehre von den Schwingungen mechanischer Systeme, 2; Anleitung zu selbständigen Arbeiten. —

Technische Hochschule Stuttgart. Regener: Anfangsgründe der Physik, 3, Übungen, 1; Physik II: Wärme und Elektrizität I, 3, Übungen, 1; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 3, für Fortgeschrittenere, 6; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium: Besprechung neuerer Arbeiten (mit Ewald), $1\frac{1}{2}$. — **Ewald**: Physik IV, 2; Theoretische Physik IV: Optik, 4, Übungen, 2. — **Glocker**: Röntgentechnik, Übungen, 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten im Röntgenlaboratorium, tägl. — **Reichenbach**: Philosophische Probleme der modernen Physik, 1; Spezielle Relativitätstheorie, 2. —

Gutbier: Anorganische Experimentalchemie, 5; Übungen im Laboratorium für anorganische Chemie und anorganisch-chemische Technologie; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete der anorganischen Chemie und anorganisch-chemischen Technologie (mit Schmidt): Praktikum für Kolloidchemie (mit Fauser), 3. — **Grube**: Physikalische Chemie I, 2: Elektrochemie, 3; Elektrothermie, 1; Metallurgie, 1; Übungen im Laboratorium für physikalische Chemie und Elektrochemie; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete der physikalischen Chemie und Elektrochemie. — **Küster**: Technische Chemie II, 3; Pharmazeutische Chemie, anorganisch und organisch, 2; Übungen im Laboratorium für organische Chemie, organisch-chemische Technologie und Pharmazie; Praktische Übungen für Textilchemiker: Halbpraktikum; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie, organisch-chemischen Technologie, Pharmazie und Nahrungsmittelchemie (mit Bauer). — **Schmidt**: Chemische Technologie für Maschinen- und Bauingenieure, 1; Analytische Chemie, 3; Chemisches Seminar, 2. — **Kauffmann**: Farbenchemie, 2; Textilchemisches Praktikum, verbunden mit färbereitechnischen Übungen; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete der Textilchemie und der Farbenchemie. — **Bauer**: Spezielle organische Chemie, 2; Analyse organischer Handelsprodukte, 1. — **Fauser**: Über einige wichtige Beziehungen der physikalischen Chemie zu den normalen und krankhaften Lebensvorgängen I, 1. —

N. N.: Trigonometrische Übungen, 2. — **Kommerell**: Determinantentheorie, 3. — **Pfeiffer**: Höhere Mathematik I, 5, Übungen, 3; Synthetische Geometrie, 3, Übungen, 1. — **Kutta**: Höhere Mathematik III, 4, Übungen, 2; Spezielle Funktionen mit Anwendungen, 3, Übungen, 1; Mathematisches Seminar (mit Pfeiffer), 2. — **Mehmke**: Mathematisches Seminar, 1; Einführung in die darstellende Geometrie, 3, Übungen, 6; Praktisches Rechnen (mit Reuss), mit Übungen, 4; Graphische und numerische Integration partieller Differentialgleichungen (mit Reuss), 1, Übungen, 1; Vektorenrechnung (mit Reuss), 4, Übungen, 1; Algebraische Kurven und Flächen (mit Reuss), 3, Übungen, 1; Allgemeine Mechanik (mit Reuss), 2, Übungen, 1; Perspektive, Schatten- und Beleuchtungskonstruktionen (mit Reuss), 1, Übungen, 2. — **Wölffing**: Funktionentheorie I, 3; Partielle Differentialgleichungen, 1 g. — **Kriemler**: Technische Mechanik, 6, Übungen, 4. — **v. Hammer**: Vermessungskunde II, für Bauingenieure, 5; Feldübungen, 12; Ausarbeitung der Aufnahmen zur Vermessungskunde, 2; Vermessungs-Schlußübungen für Bauingenieure, 10 bis 12 Tage; Geodätische Übungen (mit Heer); Ausgleichungsrechnung: Methode der kleinsten Quadrate, mit Übungen, 2; Direkte Zeit- und geographische Ortsbestimmung, mit Übungen, 2; Übungen zur höheren Geodäsie, 2. —

Universität Tübingen. Paschen: Experimentalphysik: Mechanik, Optik, 5; Physikalische Übungen für Anfänger, 4; Wissenschaftliche Untersuchungen, ganz- oder halbtägig. — **Füchtbauer**: Strahlungstheorie und kinetische Gastheorie, 4. — **Rosenberg**: Die physikalischen und technischen Grundlagen astronomischer Beobachtungsmethoden und Meßkunst, 2; Übungen im Beobachten, für Anfänger, 2; Leitung selbständiger astronomischer und astrophysikalischer Arbeiten für Fortgeschrittene, tägl. —

Wislicenus: Allgemeine Chemie und Nichtmetalle I: Anorganische Chemie, 5, Ergänzungen, 1 g; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium für Anfänger und Fortgeschrittene, tägl.; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Bülow und Kliegl); Chemisch-pharmazeutisches Praktikum (mit Kliegl); Präparative Arbeiten (mit Neber); Physikalisch-chemische Übungen (mit Magnus); Anleitung zu selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten (mit Bülow, Kliegl, Magnus, Neber). — **Thierfelder**: Organische Chemie für Mediziner, 4; Praktischer Kursus der Chemie für Mediziner (mit Brigl), 6; Physiologisch-chemische Übungen (mit Brigl), 2; Physiologisch-chemische Arbeiten für Geübtere (mit Brigl), tägl. — **Bülow**: Analytische Chemie I, mit besonderer Berücksichtigung der praktischen Arbeiten im chemischen Laboratorium und technischer Prozesse, $2\frac{1}{4}$; Die deutsche chemische Industrie, 1. — **Kliegl**: Chemie der Arzneistoffe, anorganischer Teil, 3; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2. — **Brigl**: Die Fermente in ihrer chemischen und biologischen Funktion, 1. — **Magnus**: Allgemeine physikalische Chemie II: Thermochemie, Elektrochemie, Photochemie, 2; Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, 2, Übungen, 1. — **Neber**: Die Bedeutung der modernen Kolloidchemie für die Wissenschaft und Technik, 1. —

Maurer: Niedere Analysis, 4, Übungen, 1; Invariantentheorie, 2; Integralgleichungen (mit Hessenberg und König), 14tägig, 2 g. — **Hessenberg**: Darstellende Geometrie, 3, Übungen, 3; Mechanik der Kontinua, 3; Mengenlehre und Zahlbegriff, 2. — **König**: Höhere Analysis II, 4, Übungen, 1; Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes I, 4. —

Technische Hochschule Wien. Mache: Physik, 3; Ausgewählte Kapitel der Physik, 2; Physikalisches Praktikum, 4. — **Flamm**: Physik, 2; Elektrizität und Materie, 3. — **Aigner**: Physik, 4. —

Bamberger: Allgemeine Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 2; Seminaristische Übungen (mit Nussbaum), $1\frac{1}{2}$; Übungen, tägl.; Präparative Arbeiten, tägl.; Enzyklopädie der technischen Chemie I, 3; Praktische Übungen in der Ausführung technischer Proben, 3; Konversatorium über neuere Probleme und Arbeiten aus dem Gebiete der wissenschaftlichen Chemie, 1. — **Böck**: Allgemeine Experimentalchemie II: Organische Chemie I, 5, Übungen, tägl. außer Sonnabend; Enzyklopädie der technischen Chemie II, 3. — **Suida**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie II, 1; Die wichtigsten Kapitel aus der Chemie der aromatischen Verbindungen, 2; Chemische Technologie organischer Stoffe, 5, Übungen, 20; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie organischer Stoffe II, 1. — **Moser**: Analytische Chemie, 4, Übungen, tägl. außer Sonnabend, für Vorgeschrittene, tägl. — **Weissenberger**: Die Herstellung der Salpetersäure, 1. — **Praetorius**: Thermodynamik mit Einschluß der neueren Forschungen, 1. — **Klimont**: Chemie der hydroaromatischen Verbindungen und Terpene, 2; Anleitung zu Forschungsarbeiten in der organischen

Chemie: Chemische Technologie der Mineralöle, 1; Technische Chemie der Fette, 1. — **Eder**: Photochemie und angewandte Photographie, 1; Photographisches Praktikum, 4. — **Abel**: Physikalische Chemie: Die Grundlehren der theoretischen Chemie und Elektrochemie, 4; Physikalisch chemisches Praktikum, 4; Wissenschaftliche Arbeiten aus physikalischer Chemie, tägl. — **Jüptner**: Chemische Technologie anorganischer Stoffe, 5, Übungen, tägl. außer Sonnabend. — **Paweck**: Technische Elektrochemie, 4. — **Strache**: Technologie der Brennstoffe, Feuerungsanlagen, Gasbeleuchtung, 4, Übungen, 4. — **Nussbaum**: Enzyklopädie der chemischen Technologie, 2. — **Oettinger**: Die in der Industrie verwendeten textilen Fasern, 2. — **Salvaterra**: Chemische Textilindustrie, 1. — **Russ**: Repititorium der anorganisch-chemischen Großindustrie, 2. —

N. N.: Mathematik I, 5; Mechanik I: Mechanik der starren und flüssigen Körper, 6, Übungen, $6^1/_2$; Enzyklopädie der Mechanik, $4^1/_2$. — **Rothe**: Mathematik I, 5; Spezielle und allgemeine Relativitätstheorie, nach Vereinbarung. — **Zsigmondy**: Mathematik II, 5. — **Mayr**: Elemente der höheren Mathematik, 5; Mathematische Näherungsmethoden, 2. — **Reich**: Algebra, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik I, 3, II, 3. — **Roth**: Übungen zur Versicherungsmathematik, $1^1/_2$. — **Förster**: Politische Arithmetik, 2. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik, 3. — **Fanta**: Betriebstechnik des Lebensversicherungswesens, 2. — **Müller**: Darstellende Geometrie, 4, Konstruktionsübungen, 6; Zyklographie, 2, Konstruktionsübungen, 2; Seminar für darstellende Geometrie, 2. — **Schmid**: Darstellende Geometrie, 4, Konstruktionsübungen, 4 und 6; Projektive Geometrie II, 3, Konstruktionsübungen, 3 und 2. — **Jung**: Mechanik I: Mechanik der starren und flüssigen Körper, $4^1/_2$, Übungen, 2; Vektorrechnung, 2. — **Fillunger**: Ausgewählte Kapitel aus der Festigkeitslehre, $1^1/_2$. — **Lechner**: Analytische Mechanik, 2. — **Wolf**: Analytische Mechanik, $1^1/_2$. — **N. N.**: Niedere Geodäsie, 4 und $5^1/_2$, Übungen, 8; Geodätisches Seminar, 2; Angewandte Geodäsie, $1^1/_2$. — **Dolezal**: Photographische Meßkunst: Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie, Übungen, 2. — **Dokulil**: Praktische Übungen zu den Elementen der niederen Geodäsie, 5; Geodätisches Zeichnen: Situationszeichnen, 4; Einführung in das Geodätische Rechnen, 3; Technik des Katasterwesens, 2, Übungen, $2^1/_2$; Technische Terrainlehre und topographische Aufnahmen, 2, Übungen, 2. — **Schumann**: Höhere Geodäsie II: Sphärische Astronomie, 4; Übungen im Beobachten und Rechnen, $3^1/_2$. —

Universität Würzburg. **Harms**: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 4; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Praktikum (mit Glaser), 6 und 3. — **Schottky**: Elektronentheorie, 2. — **Glaser**: Technische Physik II: Technische Optik, Elektronentechnik, 2, Übungen, 3; Besprechung technisch-physikalischer Fragen, 1 g; Metallographie, 1; Einführung in die Spektralanalyse und die Physik der Sonne und der Fixsterne, 1 g. —

Dimroth: Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 6; Chemisches Kolloquium (mit Emmert, v. Halban, Skraup und Goldschmidt), 14tägig, 2 g; Anorganisch-chemisches Praktikum (mit Emmert und Skraup), tägl. außer Sonnabend; Organisch-chemisches Praktikum (mit Goldschmidt), tägl.; Anleitung zu selbständigen Arbeiten (mit Emmert, v. Halban, Skraup und Goldschmidt), tägl.; Chemisches Praktikum für Mediziner und Zahnärzte (mit Emmert und Skraup), 4. — **Pauly**: Die Kohlehydrate, mit besonderer Berücksichtigung der Polysaccharide II, 1; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Emmert**: Maßanalyse (Experimentalvorlesung unter Berücksichtigung der durch das deutsche Arzneibuch vorgeschriebenen Methoden), 1; Praktikum für Gasanalyse, 2 Tage. — v. **Halban**: Grundzüge der physikalischen Chemie II: Theorie der Lösungen, 2; Die radioaktiven Elemente und die neuere Atomistik, 2; Physikalisch-chemische Besprechungen, 1; Physikalisch-chemisches Praktikum I und II, 4. — **Skraup**: Spezielle organische Chemie: Polyzyklische und heterozyklische Verbindungen, 3. — **Goldschmidt**: Chemie der Teerfarbstoffe, 3. — **Weinland**: Chemie der Arzneistoffe, organischer Teil, 3; Chemie der Genußmittel, 1; Quantitative Prüfung der Arzneistoffe, 1; Chemisches Praktikum, tägl.; Chemisch-pharmazeutisches und nahrungsmittelchemisches Praktikum, tägl.; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Ulzheimer**: Einführung in die allgemeine Maschinenlehre mit besonderer Berücksichtigung der chemischen Industrie, 1; Einführung in die Technik, 1. —

Rost: Differentialrechnung mit Einleitung in die höhere Analysis, 4, Übungen (mit Förster), 2 g; Mathematische Geographie, 4; Ebene und sphärische Trigonometrie (mit Förster), 2 g; Anleitung zu selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten, nach Vereinbarung g; Astronomisches Praktikum für Anfänger, nach Vereinbarung. — v. **Weber**: Analytische und synthetische Geometrie des Raumes, 4; Differentialgeometrie: Theorie der Raumkurven und Flächen, 4; Übungen zur Raumgeometrie, 2 g. — **Hilb**: Determinanten, 4; Übungen zur Algebra, 1; Übungen zu Differentialgleichungen, 1; Einführung in die höhere Mathematik, 3. —

Personalien.

(Der Herausgeber bittet die Herren Fachgenossen, der Schriftleitung von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Habilitiert: An der Universität Jena der Observator an der Hauptstation für Erdbebenforschung in Jena Dr. August Sieberg für Geophysik; an der Universität München Dr. Hermann Rohmann für Physik, an der Technischen Hochschule Breslau Dr. Edwin Feyer für Mathematik.

Ernannt: Der Regierungsrat bei der Chemisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin Dr. Wilhelm Kast zum Ober-Regierungsrat, der Abteilungsvorsteher am Pharmazeutisch-chemischen Institut der Universität Marburg Professor Dr. M. Schenck zum a. o. Professor an der Tierärztlichen Hochschule Dresden (unter Beibehaltung der Stellung als Leiter des wissenschaftlichen Forschungsinstitutes der Firma Gehe & Co. daselbst), der Privatdozent an der Universität Königsberg Dr. Hans Falckenberg zum a. o. Professor der Mathematik an der Universität Gießen, der Abteilungsvorsteher am Chemischen Institut der Universität Marburg Dr. Wilhelm Strecker zum ord. Professor daselbst, der ord. Professor der allgemeinen und Experimentalchemie an der Technischen Hochschule Stuttgart Dr. Alexander Gutbier in gleicher Eigenschaft an der Universität Jena.

Verliehen: Der Privatdozentin für Mathematik an der Universität Göttingen Fräulein Dr. Emmy Noether, dem Privatdozent der Mathematik an der Universität Göttingen Dr. Paul Bernays und dem Vorstand des Röntgenlaboratoriums an der Technischen Hochschule Stuttgart Privatdozent Dr. Richard Glocker die Dienstbezeichnung a. o. Professor.

Gestorben: Der o. ö. Professor der chemischen Technologie organischer Stoffe an der Technischen Hochschule Wien Hofrat Dr. Wilhelm Suida, der ord. Professor für physikalische Chemie an der Universität Genf Philippe Auguste Guye, der Honorarprofessor für angewandte Chemie an der Universität Hamburg Dr. Felix Voigtländer.

Für die Schriftleitung verantwortlich Dr. Erich Hückel in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.

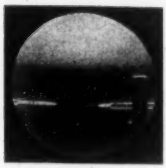


Fig. 1.

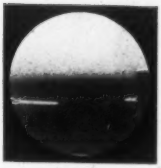


Fig. 2.

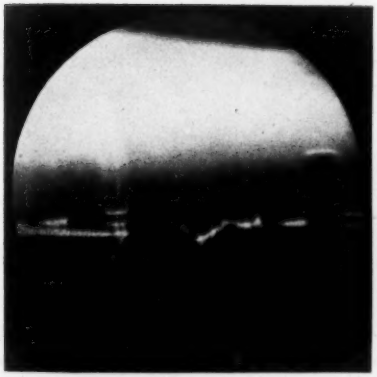


Fig. 3.

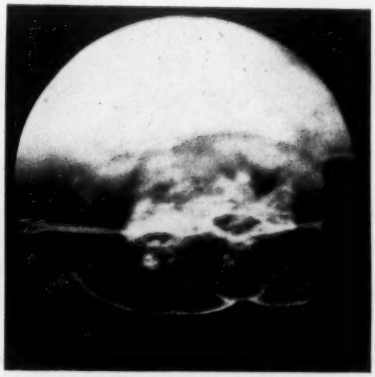


Fig. 4.

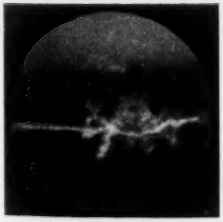


Fig. 5.

Fig. 6.

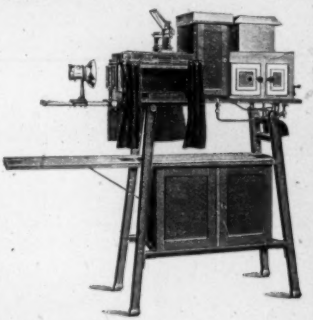
Fig. 7.

MAX KOHL A.G. Chemnitz

Volleingezahltes Kapital Mk. 2400000.

Physikalische Apparate
Funken-Induktoren
Ölluftpumpen
Experimentier-Schalttafeln
Projektions-Apparate
Laboratorienmöbel
in gediegener Ausführung.

Weltausstellung Brüssel 1910: 4 Große Preise; Turin 1911: 2 Große Preise; Dresden 1911: Großer Preis.



Kohls Megadiaskop. Projektions-Apparat für alle im Unterricht gebräuchlichen Projektionsarten, z. B. für durchfallendes Licht, für auffallendes Licht, für Mikroprojektion, Spektral-, Polarisations-Interferenzerscheinungen usw.

Neukonstruktionen

geodätischer und sonstiger wissenschaftlicher Instrumente und Apparate übernimmt unter vollster Wahrung des geistigen Eigentumsrechtes des Auftraggebers die

Konstruktions- und Versuchswerkstättenabteilung der
INDUSTRIE-NEULAND Aktiengesellschaft
Dachauerstr. 13 MÜNCHEN Tel. 50784

Dr. Steeg & Reuter – Bad Homburg vor der Höhe

Kristalloptik

Polarisations-Prismen – Polarisations-Instrumente – Spektralprismen aus Quarz und Glas

Arthur Pfeiffer, Wetzlar

Gegründet 1890

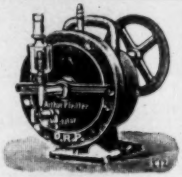
Fabrik physikalischer, chemischer und technischer Apparate

Rotier. Quecksilber-Hochvakuumpumpe System Pfeiffer. D. R. P.

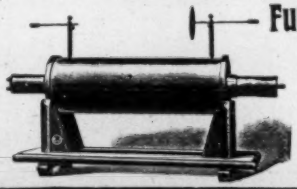
Spezialfabrik für Hochvakuumpumpen

zu wissenschaftlichen und technischen Zwecken

Alle Arten Luftpumpen, Kolben-Ölluftpumpen, rotierende Ölluftpumpen, rotierende Quecksilberluftpumpen für Betrieb und Laboratorium



Rotierende Quecksilber-Hochvakuumpumpe System Gaede. D. R. P.



Funkeninduktoren bis 1000 mm Funkenlänge

Normaltypen von 6—1000 mm Funkenlänge mit Unterbrechern aller Art

Spezial-Funkeninduktoren für technische und wissenschaftliche Zwecke

•••••••• Listen kostenlos von Abteilung E verlangen. ••••••••

E. Leybold's Nachfolger

Cöln a/Rhein

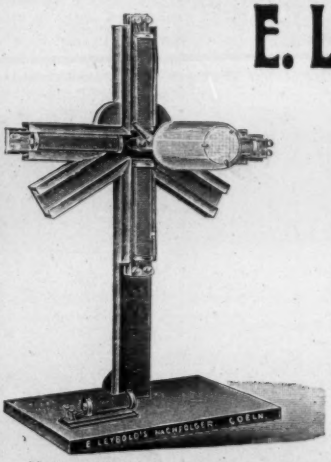
Fabrik physikalischer Apparate

Zweigniederlassung:

Berlin NW 7, Dorotheenstraße 53

Projektionsapparate für Diaskopie und Episkopie

Hochvakuumpumpen nach Gaede



Universalstativ für Braun'sche Röhre nach Simon und Reich.

Katalog, enthaltend 16000 Nummern, wird Instituten auf Wunsch übersandt.

Für den Anzeigenteil verantwortlich S. Hirzel in Leipzig. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.